Der

Bau der Diatomeenzelle

mit besonderer Berücksichtigung der ergastischen Gebilde und der Beziehung des Baues zur Systematik.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT MARBURG

VORGELEGT VON

OTTO HEINZERLING

AUS BIEDENKOPF A. D. LAHN.

MARBURG.

1908.

Der

Bau der Diatomeenzelle

mit besonderer Berücksichtigung der ergastischen Gebilde und der Beziehung des Baues zur Systematik.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT MARBURG

VORGELEGT VON

OTTO HEINZERLING

AUS BIEDENKOPF A. D. LAHN.

ACAD. LUBLIANA BIBL

MARBURG.
1908.

Von der Fakultät als Dissertation angenommen am 4. März 1907.

Referent: Herr Prof. **Arthur Meyer**.

Mit 3 Tafeln erschienen in der „Bibliotheca Botanica", Stuttgart 1908.
E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele) Stuttgart.

Buchdruckerei Wolfgang Drück in Cannstatt.

Einleitung.

Die Untersuchung der Protoplasten der Diatomeenspezies ist, obgleich wir in neuerer Zeit eingehendere und gute Arbeiten auf diesem Gebiete zu verzeichnen haben, doch noch nicht in dem Umfange durchgeführt worden, wie es für den Ausbau der Systematik der Diatomeen wünschenswert erscheint. Herr Professor Arthur Meyer, unter dessen Leitung diese Arbeit im botanischen Institut der Universität Marburg entstanden ist, hat mir deshalb die Aufgabe gestellt, die Protoplasten einer grösseren Reihe von Diatomeenspezies, besonders mit Rücksicht auf die Morphologie der Chromatophoren, der ergastischen Gebilde (Öltropfen, Volutinkörner etc.), der Bewegungsorgane und der Centrosomen zu untersuchen. Zugleich sollte ich auch alles das zusammenfassen, was bisher über die Protoplasten der Gattungen und Spezies der Diatomeen bekannt war, um so für weitere Untersuchungen und für die Diatomeensystematik das Bekannte leicht zugänglich zu machen.

Ich habe nun im I. Teile dieser Abhandlung eine zusammenfassende Darstellung allgemeinen Inhaltes über die Morphologie der Diatomeenzelle gegeben. Auf den Schalenbau bin ich dabei nur kurz und deshalb eingegangen, weil ich einiges darüber mitteilen mußte, was zum Verständnis der Bewegungseinrichtungen des Protoplasten nötig erschien. Im II. Teile habe ich den Bau des Protoplasten für alle diejenigen Gattungen geschildert, welche bisher untersucht worden sind. Da ich mich bemüht habe, auch alle ausländische Literatur mit zu verwerten, wird diese Zusammenstellung vielleicht einigen Nutzen stiften. Im III. Teile habe ich die Protoplasten der von mir untersuchten, 30 Gattungen zugehörenden Spezies genauer beschrieben. Meine Untersuchungen haben dabei wohl die Kenntnis der Öltropfen und der Volutinkörner, sowie der Doppelplatten, der sphaeroidischen Körper und der Chromatophoren der Diatomeen gefördert. Für die genauere Untersuchung der Centrosomen konnte ich leider kein passendes Material finden, und alle Versuche, Organe aufzufinden, die man außer den bisher als Bewegungsorgane gedeuteten als Bewegungsorgane ansprechen konnte, schlugen fehl. Doch haben meine Untersuchungen gezeigt, daß die Bewegungstheorie Otto Müllers nicht vollständig für die Erklärung der Bewegungsvorgänge ausreicht.

Ich möchte zuletzt gleich hier denjenigen Herren, welche mich durch Überlassung von Arbeitsmaterial oder Literatur oder bei Bestimmung der Spezies in liebenswürdiger Weise unterstützt haben, Herrn Professor Chodat in Genf, Professor L. Dippel in Darmstadt, Professor Klebahn in Hamburg, Professor Oltmanns in Freiburg, Professor W. Rothert in Odessa meinen besten Dank aussprechen.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554035_0083

I. Teil.

Die Diatomeenzelle.

I. Der Protoplast.

a. Protoplasmatische Organe.

I. Kapitel. Das Cytoplasma.

Das Innere der Diatomeenzelle ist ausgekleidet mit einer dünnen Schicht farblosen Plasmas. Diese Cytoplasmaschicht ist im Leben auch bei Anwendung der stärksten Vergrößerungen nicht immer wahrzunehmen, läßt sich aber stets durch plasmolytisch wirkende Reagentien nachweisen. Sie liegt überall der Membran fest an und erfüllt auch deren mit dem Zellinnern in Verbindung stehende Hohlräume. Der plasmatische Wandbeleg ist bei gestreckten Formen häufig an den Zellenden verstärkt. Die Hauptmasse des Cytoplasmas aber ist bei zahlreichen Gattungen in der zentralen Plasmabrücke angehäuft, die sich meist in der Mitte der Zelle von Schale zu Schale erstreckt und den Zellraum halbiert. Bei den so gebauten Formen wird der Raum zwischen Plasmabrücke und Zellende von je einer Zellsaftvacuole eingenommen, durch die die Plasmabrücke beiderseits ausgehöhlt wird. Nur bei vereinzelten Arten ist umgekehrt das Plasma gegen die Vacuolen vorgewölbt (z. B. *Caloneis amphisbaena Cleve*). Bei den symmetrischen Formen sitzt die Plasmabrücke in der Regel beiden Schalen- oder Gürtelseiten in gleicher Breite an. Als einzige Ausnahme wäre hier *Diploneis elliptica Cleve* zu nennen, die, obwohl sonst völlig symmetrisch, eine Plasmabrücke besitzt, die an einer Gürtelseite als dünne Schneide beginnt und sich nach der anderen hin stark verbreitert. Bei den im innern Bau asymmetrischen Formen ist im allgemeinen die Plasmabrücke zugunsten des Kernes, der einer Gürtelseite anliegt, einseitig stark verbreitert. Auch von der Norm abweichende Verhältnisse kommen vor. Bei *Placoneis Placentula Hzl.* und *Cocconema lanceolatum Ehr.* erstreckt sich die Plasmabrücke nur von einer Gürtelseite bis zur Mitte des Chromatophors, das zwischen den Mittellinien der beiden Schalen ausgespannt ist. Bei *Clevia tuscula Mer.* geht nach Mereschkowsky (1903 c S. 239) ein zylindrischer Strang von Cytoplasma von einer Schale zur anderen, ohne die Gürtelseiten zu berühren. Bei *Cyclophora tenuis Castr.* sitzt nach Mereschkowsky (1903 c. S. 397) ebenfalls ein Plasmazylinder einer Schale an, der aber die andere Schale nicht erreicht, sondern frei im Zellraum endigt. Ein von Schale zu Schale gehender Plasmazylinder findet sich nach Pfitzer (1871, S. 127) auch bei *Coscinodiscus* und *Cyclotella*. Bei *Sellaphora Borscowii Mer.* ragt nach Mereschkowsky (1902 a. S. 189) von dem schmalen Mittelstück des Chromatophors eine Plasmamasse in Form eines Kegelstumpfes in den Zellraum hinein, die meistens die gegenüberliegende Gürtelseite nicht erreicht. Bei *Surirella* sind die

Mitten der Schalen durch einen breiten Plasmastrang verbunden, der die Gürtelseiten nicht berührt (vergl. auch Pfitzer 1871, S. 111/12 und Lauterborn 1896, S. 19). Bei den großen *Surirellen* (*S. splendida* etc.) ist diese Plasmamasse mit den Schalen durch eine Anzahl Plasmastränge von verschiedener Stärke verbunden, deren Fußpunkte um die Schalenmitte herumliegen. Bei *Cyclotella comta Kütz.* strahlen nach Lauterborn (1896, S. 18) zahlreiche Plasmafäden von dem Hauptstrang radiär gegen die Peripherie der Zelle aus. Bei *Eunotia arcus Rabh.* fand ich, daß die mittlere Plasmaanhäufung mit dem Plasmaschlauch nur durch eine Anzahl Fäden in Verbindung steht. Der dünne Cytoplasmabeleg des Kernes ist bei *Cocconeis Placentula Ehr.* durch eine Anzahl Plasmafäden mit dem Plasmaschlauch verbunden. *Pleurostauron acutum Rabh.* hat auf beiden Seiten der zentralen Plasmabrücke nicht je eine große, sondern eine Menge kleiner Vacuolen, die durch dünne Cytoplasmaschichten voneinander getrennt sind. Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich bei *Eunotia gracilis Rabh.* Hier hat nur der zentral gelagerte Zellkern einen Beleg von normalem Cytoplasma, während ringsum kleine Vacuolen im Plasma verteilt sind und vacuolige Plasmastränge bis zu den Zellenden hinziehen.

Pfitzer (1871, S. 28) beschreibt das Cytoplasma als farblose, feinkörnige, zähflüssige Masse. Nach Lauterborn (1896, S. 20. ff.) hat das Plasma eine deutliche Wabenstruktur, wie sie Bütschli als Elementarstruktur des Cytoplasmas überhaupt auffaßt. Diese Struktur kommt nach Bütschlis Angaben durch zahllose, winzige Vacuolen zustande. Bütschli sagt (1878, S. 275): „Von dem Auftreten einfacher, spärlicher Vacuolen im Plasma vieler Protozoen findet sich ein ganz allmählicher Übergang zu vollständig alveolärem Plasma, wenn die Vacuolen oder Alveolen so dicht gedrängt sind, daß die eigentlichen Plasmawände ein wabenartiges, im optischen Schnitt netzartiges Gefüge annehmen. Das eigentlich Bewegliche und Lebendige bleibt hier immer das homogene Plasma.“ Das Willkürliche in der Auffassung Bütschlis ist bereits durch Herrn Prof. Meyer (Untersuchungen über die Stärkekörner. 1895, S. 306/7) hervorgehoben worden. Hier beschränke ich mich darauf, der von Herrn Prof. Meyer dort ausgesprochenen Kritik der Plasmastruktur mich anzuschließen. Nach den Angaben Lauterborns (1896, S 20) tritt die Wabenstruktur in den meisten Fällen auch schon im Leben klar hervor. Doch scheinen seine Abbildungen nach Präparaten gezeichnet zu sein, oder sie sind stark schematisiert. Ich habe an lebendem Material niemals Bilder gesehen, die denen Lauterborns ähnlich waren. Lauterborn empfiehlt zum Studium der Plasmastruktur die endständigen Plasmaanhäufungen von *Pinnularia oblonga W. Sm.* und die von Plasma erfüllten Flügelquerkanäle von *Surirella calcarata Pfitz.* Ich habe zu diesem Zweck die Flügelquerkanäle von *Surirella splendida W. Sm.* und die endständigen Plasmaanhäufungen von *Pinnularia maior* untersucht, die von den in Wanderung begriffenen Chromatophoren entblößt waren. Ich finde, daß das Cytoplasma eine homogene Masse ist, die durch stärker und schwächer lichtbrechende Einschlüsse getrübt erscheint.

Doch ist das Plasma nicht in allen Fällen homogen. Bei einzelnen großen Formen, z. B. *Pinnularia viridis-maior-nobilis* findet sich eine fädige Differenzierung im Cytoplasma. Diese Fäden liegen im plasmatischen Wandbeleg auf der Außenseite der Chromatophoren. Sie sind stärker lichtbrechend als das sie umgebende Cytoplasma. Die Länge der Fäden schwankt bei den *Pinnularien* zwischen 5 und 20 μ, ihr Durchmesser beträgt 0,4—0,6 μ. Sie liegen teils isoliert, teils bilden benachbarte Anastomosen. Diese Fäden sind zuerst von Lauterborn (1896, S. 22) bei *Pinnularia viridis-nobilis-maior, Surirella calcarata, S. splendida, S. biseriata* beobachtet worden. Ich fand sie außer bei *Pinnularia* und *Surirella* noch bei *Nitzschia sigmoidea W. Sm.* in schöner Ausbildung. Nach Lauterborn (l. c.) bilden die Fäden ein unregelmäßiges Netzwerk. Diese Angabe muß ich für *Pinnularia* bestreiten; ich habe bei den zahlreichen untersuchten *Pinnularien* niemals Fäden gesehen, die nur annähernd so lang waren, als die von Lauterborn (1896, T. II. F. 18.) gezeichneten. Nach Lauterborns Angaben (1896, S. 22) sollen die Fäden mit den Doppelstäbchen in der zentralen Plasmabrücke in Verbindung stehen. Dies stimmt mit meinen Beobachtungen nicht überein, die Fäden endigen frei. Wenn jene Verbindung bestände, müßten die Fäden ja die Chromatophoren durchsetzen, um zur mittleren Plasmaanhäufung zu gelangen. Die Fäden befinden sich in der lebenden Zelle in mehr oder weniger lebhafter, meist schlängelnder Bewegung, doch geschieht die Bewegung im wesentlichen ohne Ortsveränderung. Lauterborn erwähnt

(l. c. S. 23), daß sie gegen Sauerstoffmangel sehr empfindlich seien und leicht verquellen. Ich kann dies nicht bestätigen, denn ich fand sie noch lebhaft beweglich in einer Zelle, die ohne Zufuhr von frischem Wasser 22 Stunden unterm Deckglase zugebracht hatte. Lauterborn hat wahrscheinlich die zahlreichen Volutinkörnchen, die bei *Pinnularia* regelmäßig in der Region der Fäden im Cytoplasma liegen, für Verquellungsprodukte derselben gehalten, denn er sagt (l. c.), die Fäden hätten sich in eine Unzahl kleiner glänzender Tröpfchen aufgelöst.

Bei manchen Arten tritt vor Beginn der Zellteilung eine fibrilläre Differenzierung in der mittleren Plasmaanhäufung auf. Diese Erscheinung ist zuerst von Bütschli (1891, S. 536) und Lauterborn (1893) bei *Surirella calcarata Pfitz.* beobachtet worden. Wenn der Kern von *Surirella* sich zur Teilung anschickt, rückt das Centrosom aus der Kernbucht heraus und es treten im Plasma zahlreiche feine Fibrillen auf, die alle radiär vom Centrosom ausstrahlen. Nach Bütschli (1891, S. 536) ist die Strahlung im Plasma von *Surirella* fast stets vorhanden, nach den Angaben Lauterborns (1896, S. 55) fehlt sie, so lange der Kern im Ruhezustand verharrt. Karsten beschreibt die gleiche Erscheinung für *Surirella saxonica Auersw.* die er in der Auxosporenbildung beobachtete. Hier tritt, wie bei der von mir untersuchten *Surirella splendida Kütz.*, eine Strahlung erst hervor, wenn das Centrosom außerhalb der Kernbucht erscheint, d. h. wenn der Kern sich zur Teilung anschickt. Ähnliche Strahlungen, die gegen das Centrosom oder die Endflächen der Zentralspindel zentriert sind, hat Lauterborn bei *Nitzschia sigmoidea W. Sm.* (1896, S 151), *Pleurosigma attenuatum W. Sm.* (l. c. S. 153), *Pinnularia viridis Ehr.* (l. c. S. 153) *P. oblonga W. Sm.* (l. c. T. V. F. 60) beobachtet.

Wie oben erwähnt wurde, ist das Cytoplasma der Diatomeen stets farblos. Eine Ausnahme hiervon macht nur eine kleine marine Art, *Navicula ostrearia.* Diese interessante Form ist von Molisch (1903, S. 23—26) und Mereschkowsky (1901, S. 16) (1903 c. S. 265—67) beschrieben worden. Nach Mereschkowskys Angaben (1903 c. l. c.) ist im Cytoplasma ein blauer Farbstoff enthalten, während der Zellsaft farblos ist. Er bemerkt, daß meist nur die Plasmaanhäufungen an den Zellenden gefärbt sind, bisweilen aber auch der Plasmaschlauch, sodaß die ganze Zelle himmelblau erscheint, die Enden aber dunkler. In manchen Fällen hat Mereschkowsky die Färbung von den Enden nach der Mitte der Zelle zu fortschreiten sehen. Nach seinen Beobachtungen schlägt die Färbung von Himmelblau in Schwarzblau um, wenn die Zelle abzusterben beginnt. Mereschkowsky sagt, der Farbstoff scheine Eisen zu enthalten.

Das Cytoplasma ist in den meisten Fällen viel stärker lichtbrechend als der Zellsaft und hebt sich demzufolge auch deutlich davon ab. Bisweilen ist diese Grenze im Leben so undeutlich, daß mit den besten Systemen nicht zu entscheiden ist, wie weit Plasma und Zellsaft reichen. Doch ist bei gut fixiertem Material diese Entscheidung immer zu treffen. (Genaueres über Fixierung s. unten im Anhang: Allgemeines über den Protoplasten).

Eine Strömung des Plasmas ist von älteren Autoren nicht wahrgenommen worden. Doch haben Pfitzer (1871, S. 112), Bütschli (1891, S. 536) und Lauterborn (1896, S. 32) bei *Surirella calcarata Pfitz.* beobachtet, daß die Volutinkugeln an der Oberfläche der Plasmastränge entlang wandern. Ich habe die gleiche Erscheinung bei *Surirella splendida, S. biseriata Bréb., S. tenera Greg.* gesehen. Während Pfitzer vermutet, daß die Bewegung der Kugeln durch eine Strömung des Plasmas bewirkt werde, ist Bütschli der Ansicht, daß sie von einer solchen Strömung unabhängig sei. Bütschli (l. c.) betont ausdrücklich, daß das Plasma in verhältnismäßiger Ruhe verharre. Lauterborn (l. c. S. 33) glaubt, daß es eine aktive Bewegung der Kugeln sei. Dies erscheint mir sehr unwahrscheinlich; ich halte die Volutinkugeln einer aktiven Bewegung, besonders einer so raschen, nicht für fähig. Wenn auch im Innern der Plasmastränge keine Strömung wahrzunehmen ist, so kann eine solche doch in der Vacuolenwand stattfinden, ohne daß sie zu sehen ist. Eine unzweifelhafte Plasmaströmung habe ich bei einer Zelle von *Pinnularia nobilis Ehr.* beobachtet, in der die Chromatophorenteilung fast vollendet war, sodaß der größte Teil der Schalenseiten unbedeckt blieb. Im plasmatischen Wandbeleg eilten

zahlreiche feine Körnchen in der Richtung der Apicalaxe von Zellende zu Zellende. Diese Strömung verläuft in derjenigen Region der Zelle, in der sich die obenerwähnten Fäden befinden, und bewirkt vielleicht deren Bewegung. Doch ist es auch möglich, daß die Fäden sich aktiv bewegen, da sie ja aus lebender Substanz bestehen.

II. Kapitel. Der Zellkern.

Es ist zuerst von Lüders (1862, S. 41) ausgesprochen worden, daß jede Diatomeenzelle einen Kern besitze. Pfitzers Untersuchungen haben dies bestätigt, wenn er auch den bisweilen schwer nachzuweisenden Kern nicht in allen Fällen gesehen hat (1871, S. 31). Lauterborn, der die Zellkerne der Diatomeen zum Gegenstand spezieller Studien gemacht hat, kommt (1896, S. 44) zu der Regel: „Der Kern ist stets so gelagert, daß er von mindestens zwei durch die Diatomeenzelle gelegten und auf einander senkrecht stehenden Symmetrieebenen in zwei entsprechend symmetrische Hälften geteilt wird. In den weitaus meisten Fällen teilen die den Kern in symmetrische Hälften zerlegenden Ebenen auch die ganze Zelle mit ihrem plasmatischen Inhalt in symmetrische Hälften. Das Bestreben des Kernes geht dahin, im Innern der Diatomeenzelle eine solche Lage einzunehmen, daß er von allen homologen Punkten der Zellmembran und des davon umschlossenen plasmatischen Weichkörpers möglichst gleichweit entfernt ist.“ Karsten (1899, S. 144) sagt über die Lage des Kernes: „Bei den meisten zentrischen Formen liegt der Kern dem Mittelpunkt einer Schale sehr nahe. Er liegt auch häufig in der Mitte der Zelle im Zentrum eines allseitig ausstrahlenden Netzes von Plasmafäden oder an einer Gürtelseite. Auch die Lage im Zentrum eines den Zellraum in zwei Vacuolen zerlegenden Plasmabandes kommt vor.“ Diese Lagerung ist Regel für die Arten mit zygomorphem Bau. Der Kern kann dabei genau die Mitte der Plasmabrücke einnehmen, oder auch einseitig einer Schalen- oder Gürtelseite genähert sein. Das letztere ist bei den meisten im inneren Bau asymmetrischen Arten der Fall, kommt aber auch bei symmetrischen Formen vor, wie ich für *Navicula elliptica Kütz.* nachgewiesen habe. Stets aber ist der Kern in die umfangreichste Plasmaanhäufung eingelagert.

Der Zellkern ist häufig kugelrund oder sphaeroidal. Es kommen auch abgeplattete Kerne von Linsenform vor *(Melosira varians Ag.)*. Bei großen *Surirella*-Arten und den meisten *Cymbelleen* ist der Kern bohnen- oder nierenförmig gestaltet. Bei *Cymbella* hat er noch eine seitliche mittlere Einschnürung, so daß der Längsschnitt des Kernes Biskuitform hat. Diese Form findet sich auch häufig bei Kernen, die eben die Teilung vollendet haben. Bei *Pinnularia nobilis Ehr.* sah ich sie auch in der ruhenden Zelle.

Die Größe des Kernes bei verschiedenen Arten bewegt sich in ziemlich weiten Grenzen; doch ist sie der Zellgröße nicht immer proportional. Bei den kleinsten Nitzschien erreicht der Durchmesser des Kernes oft nicht einmal 2 μ, während der große Durchmesser bei *Nitzschia sigmoidea W. Sm.* 47 μ erreicht. Lauterborn (1896, S. 50) hat als Maximum bei *Surirella calcarata Pfitzer.* 45 μ beobachtet.

Im lebenden Kern treten in den meisten Fällen Kernkörperchen, *Nucleolen,* in Ein- oder Mehrzahl als dichtere dunkel erscheinende Kügelchen deutlich hervor. Bei *Synedra splendens Kütz.* und *S. capitata Ehr.* konnte ich einen Nucleolus nicht nachweisen, der Kern erschien hier völlig homogen. In einigen anderen Fällen war es zweifelhaft, ob ein Nucleolus vorhanden war, es mag dies aber auf die geringe Größe oder die für die Beobachtung ungünstige Lagerung der Kerne zurückzuführen sein. In den meisten Fällen sind es ein oder zwei Nucleolen, doch kommen auch bei manchen Arten mehrere vor. So fand ich bei *Nitzschia sigmoidea W. Sm.* bis zu 10 Nucleolen. Hand in Hand mit der Zunahme an Zahl schien aber eine Größenabnahme zu gehen.

Der feinere Bau des Zellkernes ist von Lauterborn sehr genau studiert worden und da meine Untersuchungen hier kaum Neues zutage gefördert haben, beschränke ich mich darauf im Wesentlichen seine Ausführungen wiederzugeben. Er sagt (1896, S. 49 f. f.): „Der gesamte von der Kernmembran umschlossene Raum wird durchsetzt von einem im optischen Durchschnitt netzförmig erscheinenden

Gerüstwerk. Dieses besteht aus Linin (Bezeichnung von Frank Schwarz). Den Knotenpunkten dieses Gerüstwerks ist das Chromatin in Gestalt kleinerer oder größerer Körnchen eingelagert. Daneben umschließt das Gerüstwerk die Nucleolen. Bei *Pinnularia, Navicula, Stauroneis, Cymbella, Cymatopleura, Nitzschia* ist das Liningerüst durchgängig sehr regelmäßig engmaschig ausgebildet und enthält die zahlreichen kleinen Chromatinkörnchen in annähernd gleichen Abständen in den Knotenpunkten eingelagert. Da, wo das Gerüstwerk an die Kernmembran oder an einen Nucleolus angrenzt, ordnen sich seine Bälkchen fast stets deutlich radiär an. Bei *Pleurosigma* zeigen die peripheren Schichten des Kernes ebenfalls ein sehr engmaschiges Gerüstwerk mit eingelagerten Chromatinkörnchen; im Innern jedoch ist das Maschenwerk viel lockerer, unregelmäßiger und umschließt stets mehr oder weniger große Hohlräume. Die oft ziemlich dicken Stränge des Netzwerks sind mit Chromatinkörnchen dicht besetzt. Der Kern von *Surirella* zeigt in seinen peripheren Partien ein ziemlich lockeres unregelmäßiges Netzwerk mit zahlreichen Chromatinkörnchen in den Knotenpunkten und im Verlauf der Stränge. Gegen das Innere zu wird das Gerüst engmaschiger, ist aber fast vollständig verdeckt durch die große Zahl der eingelagerten dichtgedrängten Chromatinkörnchen. Diese besitzen hier verschiedene Größe: neben kleinen Körnchen finden sich größere Kugeln oder auch unregelmäßige Brocken, die besonders in den Knotenpunkten liegen. Die geschilderten Strukturen sind mehr oder weniger deutlich bei günstigen Objekten auch im Leben sichtbar.“ Lauterborn (1896, S. 50/51) hat lebende Zellen von *Pinnularia oblonga* und *Nitzschia sigmoidea* untersucht, während ich meine Beobachtungen der Struktur des lebenden Kernes an der letzteren und einigen *Cymbella*-Arten angestellt habe. Diese ließen die Chromatinkörner oft sehr deutlich erkennen, während das Liningerüst kaum zu sehen war. Soweit ich die von Lauterborn genannten Gattungen an Präparaten untersucht habe, kann ich seine Angaben im Wesentlichen bestätigen.

Einen deutlicheren Einblick in die Kernstruktur gewähren Zellen, die mit geeigneten Fixierungs- und Färbemitteln behandelt worden sind. Da das Bild des Kernes in solchen Präparaten von dem der lebenden Zelle kaum abweicht, nur die Chromatinkörner sind etwas geschrumpft, wodurch das Liningerüst deutlicher wird, sind wir — sagt Lauterborn (l. c. S. 51) — berechtigt, die geschilderten Strukturen als vitale aufzufassen. In diesem Punkte schließe ich mich seiner Auffassung vollkommen an. Lauterborn (l. c. S. 7) empfiehlt Picrinschwefelsäure und Chromosmiumessigsäure zum Fixieren, danach Färben mit stark verdünntem Haematoxylin Delafield. Karsten (1900, S. 254) hat verdünnte Picrinosmiumessigsäureplatinchloridmischung angewandt und mit Eosin oder Haemalaun gefärbt. Ich habe Picrinsäure-Formol (gesättigte Lösung von Picrinsäure in käuflichem 40% Formaldehyd) Sublimat (gesättigte wässerige Lösung) und verdünnte Flemingsche Lösung (nach Straßburger Praktikum S. 52) zum Fixieren verwendet. Sublimat und Flemingsche Lösung ergaben die besten Resultate. Die Färbung geschah mit Haematoxylin Delafield, Safranin (mit oder ohne Vorbehandlung mit Kaliumbichromat und Kaliumpermanganat (siehe Lauterborn 1896, S. 8) und Eosin (gesättigte wässerige Lösung). Haematoxylin ergab, wie auch Lauterborn hervorhebt, die besten Bilder. Bei Anwendung von Jodalkohol und Haematoxylin treten nach Lauterborn (l. c. S. 49), Differenzen in der Färbung der verschiedenen Bestandteile auf, indem das Linin einen bläulichen, das Chromatin einen rötlichen Farbenton annimmt, während die Nucleolen schmutzig blau erscheinen. (Beobachtungen angestellt bei künstlichem Licht, das durch Kupferoxydammoniak geleitet wurde.) Lauterborn hat auch im Leben mit verdünntem wässerigem Methylenblau gefärbt. Dabei fehlen nach seinen Angaben (l. c. S. 49) Färbungsdifferenzen, alle drei Bestandteile des Kernes erscheinen rein blau. Mir ist die Methylenblaufärbung nie gut gelungen, da sich meistens der ganze Protoplast gleichzeitig mit dem Kern färbte. Dagegen trat in Zellen von *Pinnularia viridis-nobilis* und *Navicula radiosa Kütz.* die mit 1% Osmiumsäure und Jodjodkalium c (Arthur Meyer, Praktikum der Bakterienkunde 1903, S. 152) fixiert und nach dem Übertragen in Wasser mit Methylenblau 1 + 10 (Arthur Meyer, l. c.) überfärbt worden waren, der Kern beim langsamen Auswaschen der Intensivfärbung mit 1% Schwefelsäure reinblau hervor; die Nucleolen waren etwas dunkler gefärbt. (Vergl. Arthur Meyer, Orientierende Untersuchungen über die Verbreitung etc. des Volutins 1904, S. 140) Färbt man nach dem Fixieren mit Flemingscher Lösung

mit Safranin, so treten die Nucleolen leuchtend rot hervor, während die übrigen Bestandteile des Kernes schwächer gefärbt erscheinen. In Pfitzers Picrinsäure-Nigrosin (1883, S. 44) nimmt der Kern eine graubraune Färbung an; das Reagens ist zum Studium des feineren Baues aber nicht zu empfehlen.

Das spezielle Studium der Kernteilung gehört nicht in den Rahmen meiner Arbeit, doch will ich nicht unerwähnt lassen, daß die von mir hierbei gelegentlich gesehenen Bilder gut mit den Angaben Lauterborns (1896) übereinstimmten. Die Teilung des Kernes scheint stets auf karyokinetischem Wege vor sich zu gehen — wie ich gegenüber der Vermutung Mitrophanows (1898, S. 312) betonen will — jedenfalls habe ich nie Anzeigen einer Amitose gefunden.

III. Kapitel. Das Centrosoma.

Der Entdecker des Centrosomas bei den Diatomeen ist Bütschli, der den Zentralkörper zuerst bei *Surirella calcarata Pfitz.* auffand. Nach Bütschli (1891 a. S. 536) findet sich bei *Surirella calcarata* in der Einbuchtung des Kernes ganz regelmäßig das schon im Leben sehr deutliche Centrosom als ein rundes, ziemlich dunkles Körperchen. Auch bei der grossen *Pinnularia nobilis* ist nach seinen Angaben (1891 b. S. 586) ein Centrosom im lebenden Zustand fast stets deutlich zu beobachten.

Den sehr genauen, auf Bütschlis Anregung entstandenen Untersuchungen Lauterborns (1896, S. 55 u. f.) entnehme ich Folgendes: „Das Centrosom erscheint bei *Surirella calcarata* schon im Leben mit aller Deutlichkeit als kleines Kügelchen von 1,5—2 μ Durchmesser, das beim ruhenden Kern seine Lage stets in dessen Einbuchtung nimmt. Solange der Kern im Ruhezustand verharrt, ist nur ein einziges Centrosom vorhanden. Im Leben hebt sich das Centrosom stets als scharf umschriebenes, ziemlich dunkles Kügelchen von dem umgebenden Plasma ab. Eine besondere Struktur im Innern des Centrosoms scheint zu fehlen. Auffallend ist der feste Zusammenhang, in welchem das Centrosom durch die von ihm zur Oberfläche des Kerns ausstrahlenden Fibrillen mit letzterem steht. Wenn man in fixierten und gefärbten Präparaten den Kern durch vorsichtiges Klopfen auf das Präparat isoliert, bleibt das Centrosom stets mit dem Kern in Verbindung, selbst wenn sonst alles Plasma von beiden losgerissen ist. In ähnlicher Weise, wie das Centrosom von *Surirella calcarata*, verhalten sich auch die Centrosomen von *Surirella biseriata* und *splendida*. Bei *Pinnularia viridis-maior-nobilis* habe ich die Centrosomen bis jetzt nur im Leben beobachtet, und zwar auf jenen Stadien, wo der Kern sich zur Teilung anschickte. Man sieht da auf dessen Oberfläche, und zwar stets auf einer der Gürtelseiten, ein kleines Kügelchen deutlicher sichtbar werden, gegen welches sowohl die Doppelstäbchen im umgebenden Plasma als auch die Fäden des früher beschriebenen plasmatischen Flechtwerks sich zentrieren."

Karsten (1899, S. 172) hat bei *Brebissonia Boeckii* in gefärbten Präparaten Gebilde gefunden, die er als Centrosomen bezeichnet und folgendermaßen beschreibt: „An der vom Pyrenoid abgewandten freien Kernoberfläche liegen, solange der Kern sich im Zustand der Ruhe befindet, zwei kleine kugelige Körperchen, die sich regelmäßig fanden, sobald die Lage des Kerns eine Beobachtung erlaubte. Diese Körper halte ich für Centrosomen, die hier also — abweichend von den Befunden Lauterborns — in Zweizahl vorhanden wären." Karsten (1900, S. 272) hat weiterhin ein Centrosom bei *Surirella saxonica Auerswald*, nachgewiesen, doch betont er im Gegensatz zu Lauterborn, er habe einen so sehr vor den kleinen Mikrosomen des Plasma ausgezeichneten Körper nicht unterscheiden können, solange der Kern im Zustand der Ruhe verharrte. Wenn aber zwei Zellen zum Zweck der Auxosporenbildung in Verbindung treten, und der Kern sich zur Teilung anschickt, so ist nach Karsten (l. c. S. 259) in der tiefen Einbuchtung des nierenförmigen Kerns ein Körperchen sichtbar, das vollkommen dem von Lauterborn beschriebenen Centrosom entspricht. Auch Karsten stellt fest, daß eine innige Verbindung des Kerns mit dem Centrosom bestehe, welches seine Strahlen der ganzen Kernoberfläche, soweit sie ihm zugekehrt ist, anhefte.

Bei der von mir untersuchten *Surirella splendida* tritt ein Centrosom während der Kernruhe im Leben nicht hervor. Auch in fixierten und gefärbten Präparaten habe ich ein solches auf diesem Stadium nicht mit Sicherheit nachweisen können. Dagegen tritt vor Beginn der Kernteilung das Centrosom außerhalb der Kernbucht im Leben als dunkles Kügelchen deutlich hervor. Ich habe dieses Stadium mehrfach gefunden, doch war es mir leider nicht möglich, das weitere Verhalten des Centrosoms zu verfolgen, da die Zellen jedesmal abstarben.

Obwohl das Centrosom in diesem Stadium nichts Auffallendes darbietet, ist es doch kaum zu übersehen, weil es der Mittelpunkt einer intensiven Strahlung ist. Diese Plasmastrahlung umgibt das Centrosom allseitig, ist im Leben sehr deutlich ausgeprägt und erstreckt sich bis an die Zellenden. Derartige Strahlungen scheinen sich sehr häufig in der Umgebung der Centrosomen auszubilden. Nach Bütschli (1891, a. S. 536) ist bei *Surirella calcarata* das zentrale Plasma fast stets sehr deutlich strahlig und die Strahlung zum Zentralkörper zentriert. Nach Lauterborn (1896, S. 55) fehlt bei *Surirella calcarata* eine deutliche Strahlung, solange der Kern im Ruhezustand verharrt, und tritt erst auf, wenn er sich zur Teilung anschickt. Ähnliche Strahlungen, die gegen das Centrosom oder die Enden der Zentralspindel zentriert sind, hat Lauterborn bei *Nitzschia sigmoidea W. Sm.* (1896, S. 151), *Pleurosigma attenuatum* (l. c. S. 153), *Pinnularia viridis* (l. c. S. 153) beobachtet. Auch bei *Surirella saxonica* ist nach Karsten (1900, S. 259) das Centrosom, das in der Kernbucht liegt, von einer deutlichen Strahlung umgeben. Dagegen betont Karsten, er habe bei *Brebissonia Boeckii* niemals Strahlungserscheinungen im Plasma, vom Centrosom ausgehend, gesehen.

Sehr interessant ist die Rolle, die das Centrosom bei der Kernteilung spielt. Genauere Mitteilungen über diesen Gegenstand verdanken wir in erster Linie Lauterborn, der die Verhältnisse vorzüglich bei *Surirella calcarata* eingehend untersucht hat. Seinen Angaben (1896, S. 61 u. f.) entnehme ich Folgendes: „Wenn die Zelle sich zur Teilung anschickt, rückt das Centrosom aus der Bucht des nierenförmigen Kerns heraus, nimmt etwas an Volumen zu und stellt sich in die Mittelebene der Zelle ein. In seiner Umgebung tritt schon auf diesem frühen Zeitpunkt ein Gebilde auf, welches bestimmt ist, im ferneren Verlauf der Kernteilung eine überaus wichtige Rolle zu spielen, nämlich die Anlage der Zentralspindel. Diese tritt zuerst als kleines, an Präparaten kaum gefärbtes, sehr blasses Kügelchen in Erscheinung, welches hart am Centrosom liegt, mit dem es auch an Größe anfangs vollkommen übereinstimmt. Es scheint mir keinem Zweifel zu unterliegen, daß die Anlage der Zentralspindel aus dem Centrosom durch eine Teilung (oder wenn man lieber will, Knospung) hervorgeht. Die Anlage der Zentralspindel nimmt bald an Größe zu, wobei sie sich immer mehr vom Centrosom entfernt und gegen die Oberfläche des Kerns hinrückt. Die große blasse Kugel beginnt sich zu strecken und erscheint dann bei gewisser Einstellung sichel- oder schiffchenförmig. Die Anlage der Zentralspindel besitzt jetzt die Gestalt einer etwas gewölbten, teilweise schwach verdickten, rundlichen Platte, welche ihre Fläche den Schalenseiten zuwendet. Etwas später erscheint sie im optischen Durchschnitt als ein stäbchenförmiges Gebilde, welches vorn in der Nachbarschaft des Centrosoms zwei dunkel gefärbte Ansammlungen trägt. Die Flächen der kreisförmig begrenzten plattenförmigen Zentralspindel-Anlage heben sich mehr und mehr von einander ab und dieselbe nimmt die Gestalt eines anfangs sehr niederen Zylinders an und verbreitert sich dann immer mehr in der Richtung gegen die Schalenseiten zu. Um dieselbe Zeit beginnt das Centrosom, welches bis dahin stets deutlich und von einer Strahlung umgeben war, zu verschwinden. Die Rolle, welche das Centrosom bisher gespielt hat, wird in der Folgezeit übernommen von den beiden kugeligen, dunklen Ansammlungen an den Polen der Zentralspindel, die sich, wie der fernere Verlauf lehrt, zu Centrosomen differenzieren. Wenn sich im weiteren Verlauf der Teilung die Chromosomen im Äquator der Zentralspindel angesammelt haben, liegt an den beiden schwach bogenförmig begrenzten Polflächen der Spindel je ein aus den früher erwähnten dunklen Ansammlungen hervorgegangenes Centrosom in Gestalt einer großen, überaus blassen Kugel, und zwar einseitig dem Rand der Pole genähert, also genau an jener Stelle, wo auf früheren Stadien die dunklen kugeligen Ansammlungen zu beiden Seiten der noch sehr kleinen

Spindel lagen. Es kann nach allem, was ich beobachtet habe, wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die Centrosomen aus jenen dunklen Kugeln sich hervorgebildet haben.“ Nach Karsten (1899, S. 172) vergrößert sich bei *Brebissonia Boeckii* das dem Kern genäherte Centrosom zu Beginn der Auxosporenbildung und wird direkt zur Zentralspindel. Auch bei *Surirella saxonica* tritt nach Karstens Angaben (1900, S. 273) die Zentralspindelanlage als ein unmittelbar an das Centrosom anschließendes Gebilde auf. Es fehlt demnach hier die von Lauterborn beobachtete Abschnürung der Zentralspindelanlage vom Centrosom. Das Auftreten der Centrosomen an den Tochterkernen ist von Karsten nicht beobachtet worden.

Zum Fixieren der Centrosomen verwendet man die bei der Fixierung des Protoplasten gebräuchlichen Mittel. Ich habe dieselben im vorigen Kapitel aufgeführt. Bütschli hat zur Färbung *Haematoxylin Delafield* benutzt und gibt an (1891 a. S. 537), daß in diesem Farbstoff der Zentralkörper von *Surirella* nach Fixierung mit Jodalkohol die blaue Farbe des Kerngerüstes annehme. Lauterborn (1896 S. 7/8) hat ebenfalls mit *Haematoxylin Del.* gefärbt, vorzüglich aber mit Safranin nach einer von Henneguy angegebenen Methode. Hierbei werden die in Flemings Lösung fixierten Objekte zuerst 10 Minuten in einer 2 % Lösung von Kaliumbichromat und dann noch 5 Minuten in einer 1 % Lösung von Kaliumpermanganat gebeizt, worauf die Färbung in einer alkoholischen Safraninlösung erfolgt. Es nimmt nach seinen Angaben das Centrosom dabei eine leuchtend rote Farbe an. Karsten (1899 S. 173; 1900 S. 254) hat mit Erfolg Eosin verwandt.

IV. Kapitel. Die Chromatophoren.

Der Protoplast der normalen Diatomeenzelle besitzt stets Chromatophoren. Diese sind in allen Fällen im Cytoplasma eingebettet oder doch von einer Plasmaschicht allseitig umgeben. Wie Mereschkowsky (1906, S. 8) hervorhebt, haben die Chromatophoren die Tendenz, sich gleichmäßig in der Zelle zu verteilen, was bei den größeren Formen in höherem Grade erreicht wird als bei den kleineren. Diese gleichmäßige Verteilung wird nach seinen Befunden durch eine symmetrische, seltener asymmetrische Lagerung bewirkt. Die Gleichmäßigkeit der Verteilung wird bei den größeren Formen noch durch Randausschnitte erhöht. Die Chromatophorenfläche ist bei den größeren Diatomeen nach den vergleichenden Untersuchungen Mereschkowskys (1906, S. 157 ff.) relativ grösser als bei den kleineren. Mereschkowsky sucht den Grund dafür in dem Umstand, daß mit zunehmender Zellgröße der Inhalt der Zelle stärker wächst als ihre Oberfläche und folglich das ernährende Chromatophor einen größeren Teil der Oberfläche bedecken müsse. Die Chromatophoren liegen mit ihrer Oberfläche in der Regel der Zellmembran an. Dabei vermeiden sie, wie Mereschkowsky (1906, S. 7) betont, die Bedeckung des „Bewegungsorgans“ (Raphe etc.). Mereschkowsky unterscheidet drei Typen der Freilegung. Beim ersten Typ, der bei den *Naviculeen* der herrschende ist, wird die Raphe in ihrer ganzen Länge freigelassen. Bei den beiden andern Typen ist die Freilegung keine vollständige. Der zweite Typ ist durch Ausschnitte in der Längsrichtung der Zelle charakterisiert. Diese Längsausschnitte können wie bei *Clevia, Sellaphora* in der Mediane der Chromatophoren liegen (1. Untertypus), oder in Seitenlappen wie bei den Cymbelleen (2. Untertypus), oder sie können beide Raphen gleichzeitig freilegen (Amphoratypus). Den dritten Typ bilden die in der Querrichtung der Zelle angelegten Randausschnitte (*Surirelleen*). Diese, von Mereschkowsky aufgestellte Regel hat eine Reihe von Ausnahmen. Bei manchen Arten erstrecken sich die Chromatophoren in die Binnenöffnung der Kanalraphe hinein. Dies ist z. B. der Fall bei *Nitzschia sigmoidea W. Sm.* und verschiedenen *Surirella*-Arten (vergl. Pfitzer 1871, S. 113, Lauterborn 1896, S. 27). Bei *Cocconema lanceolatum Ehr., Placoneis Placentula Hzl., Nitzschia vermicularis Grun., Hantzschia amphioxys Grun., Hantzschia Heufleriana Hzl.* u. a. ist die Raphe bezw. Kanalraphe nahezu in ihrem ganzen Verlauf von den Chromatophoren bedeckt.

Auch die Regel, daß die Chromatophoren mit ihrer Oberfläche der Zellmembran anliegen, ist nicht ohne Ausnahmen. Bei *Auricula punctata Karsten* wird nach Karsten (1899, S. 115) und Mereschkowsky (1903 c., S. 353), bei *Auricula complexa Greg.* nach Karsten (l. c. S. 116) das einzige Chromatophor inmitten der Zelle durch Plasmafäden ausgespannt erhalten. Bei einigen Nitzschien (z. B. *Nitzschia linearis W. Smith*) sind die Chromatophoren quer durch den Zellraum so ausgespannt, daß sie auf dem Querschnitt die Diagonale des Rhombus bilden (der Querschnitt der Nitzschiazelle ist ein Rhombus). Das Chromatophor von *Cocconema lanceolatum Ehr.* und *Placoneis Placentula Hzl.* erstreckt sich von Schale zu Schale etwa zwischen beiden Mittellinien, geht also frei durch den Zellraum, nur die umgeschlagenen Ränder liegen der Zellmembran an. Bei *Surirella splendida Kütz.* — nach Lauterborn (1896, S. 27) auch bei *Surirella calcarata Pfitz.* — ist das Chromatophor, das der Peripherie der Schalen anliegt, in deren Mitte zeltartig ins Zellinnere vorgewölbt. Die beiden Hauptteile des Chromatophors sind durch ein schmales, spiralig gedrehtes Band verbunden, das den Zellraum durchquert. Ein gleiches, quer durch das Zellumen verlaufendes Band, das zwei Hauptabschnitte eines Chromatophors verbindet, besitzen nach Mereschkowsky (1903, c. S. 269) verschiedene Arten von *Libellus*.

Nach der Form können drei Arten von Chromatophoren unterschieden werden, 1. plattenförmige, 2. bandförmige, 3. körnige. Die erste und die dritte Art sind weit verbreitet. Das Vorkommen bandförmiger Chromatophoren ist auf die Gattungen *Cyclophora, Grammatophora, Gyrosigma, Nitzschia, Pleurosigma, Striatella Toxonidea* beschränkt. Während nach Karsten (1899, S. 145) zahlreiche kleine Plättchen oder Körner für die zentrischen Formen Regel sind, haben die *Pennatae* fast immer eine geringe Anzahl Platten. Im einfachsten Fall ist eine Platte vorhanden. Diese kann einer Schale anliegen — *Achnanthidium* (Mereschkowsky 1902/03, S. 129), *Sellaphora* (l. c. S. 143), *Cocconeis, Achnanthes minutissima Kütz., Navicula limosa Kütz., Navicula globiceps Ralfs., Navicula bacilliformis Grun.* —, einer Schale und einer anstoßenden Gürtelseite — *Microneis* (Mereschkowsky 1902/03, S. 145) —, der dorsalen Gürtelseite — *Cymbella, Cocconema* — der ventralen Gürtelseite — *Catenula* (Mereschkowsky 1902/03, S. 143), *Amphora, Encyonema, Epithemia, Rhopalodia* —, oder einer beliebigen Gürtelseite bei symmetrischen Formen — *Brebissonia* (Pfitzer 1871, S. 77), *Staurophora* (Mereschkowsky 1903, d. S. 20), *Anomoeoneis, Placoneis*. Wenn zwei Chromatophoren vorhanden sind, so liegen sie entweder an beiden Gürtelseiten — *Navicula, Pinnularia, Caloneis, Diploneis, Stauroneis, Gyrosigma* etc. —, oder an beiden Schalen — *Clevia* (Mereschkowsky 1902/03, S. 125), *Synedra, Fragilaria, Eunotia* —, oder beide Platten liegen an einer Gürtelseite und sind in der Zellmitte durch einen Spalt getrennt — *Nitzschia, Nitzschiella, Stauronella* (Mereschkowsky 1901, c. S. 430). Bei den Formen mit vier Chromatophoren sind diese in der Regel paarweise an den Gürtelseiten gelagert, je zwei sind in der Zellmitte durch einen Querspalt getrennt — *Neidium* (Mereschkowsky 1903, a. S. 159), *Scoliopleura* (Karsten 1899, S. 84, Mereschkowsky 1902/03, S. 128), *Tropidoneis* (Mereschkowsky 1902/03, S. 139), *Mastogloia* (Mereschkowsky 1902/03, S. 129), *Amphora* (Mereschkowsky 1902/03, S. 146), *Achnanthes* (Karsten 1899, S. 41/43), *Achnanthidium* (Mereschkowsky 1902/03, S. 129). Bei *Mastogloia Smithii* liegen nach Mereschkowsky (1902/03, S. 129) die vier Platten paarweise den Schalen an. Mehr als vier Platten kommen nur bei *Okedenia* (Mereschkowsky 1901, b. S. 422) vor; je nach der Art können es bis zu 38 sein. Die bandförmigen Chromatophoren sind bei *Pleurosigma* (Mereschkowsky 1902/03, S. 133), *Gyrosigma* (Mereschkowsky 1902/03, S. 135), *Toxonidea* (Mereschkowsky 1901, c. S. 21) lang und in mehrfachen Windungen auf Schalen und Gürtelseiten gelagert; bei *Striatella* (Mereschkowsky 1902/03, S. 175), *Grammatophora* (l. c.) strahlen sie vom Zentrum der Zelle nach der Peripherie sternförmig aus. *Cyclophora tenuis Castr.* besitzt nach Mereschkowsky (1903, c. S. 397, Tafel I, Fig. 34—38) mehrere Bündel von Bändern, die von der mittleren Plasmamasse nach der Peripherie verlaufen. Bei den Formen mit körnigen Chromatophoren finden sich in erster Linie runde oder ellipsoidische Plättchen (*Odontidium vulgare Bory*). Doch kommen auch Plättchen von Nierenform — *Chaetoceras spec.?* (Mereschkowsky 1902/03, S. 182) — Stäbchenform — *Hyalodiscus subtilis* (l. c. S. 183) —, Spindelform — *Licmophora remulus* (l. c. S. 174) —, mit eckigen Umrissen — *Tabellaria fenestrata* — oder pseudopodienartigen Fortsätzen — *Melosira varians* — vor. Die Zahl der Plättchen ist selten für die Art konstant. Sie

ist oft klein, kann aber bisweilen sehr gross werden, und nach Mereschkowsky (1902/03, S. 178) mehrere Hundert betragen *(Ardissonia)*. Wie er hervorhebt (1906, S. 9) besitzen die kleineren Diatomeen eine relativ geringere Zahl von Körnern als die großen, weil die Körner bei den kleinsten Formen im Verhältnis zur Zellgröße am größten sind. Mereschkowsky hat diese Beziehungen zwischen Zellgröße und Körnerzahl bei verschiedenen Gattungen mariner Diatomeen gefunden.

Die freien Ränder der Chromatophoren sind verschiedenartig gestaltet. Bei manchen Formen ist der Rand glatt *(Navicula radiosa, N. viridula, N. gracilis* etc.), bei andern gewellt *(Pinnularia viridis f. minor.)*, gebuchtet *(Gyrosigma Kützingii, Amphora ovalis* etc.), oder sogar stark gelappt *(Navicula elliptica, Pinnularia maior, P. nobilis* etc.). Durch eine derartige Lappung der Ränder wird, wie Mereschkowsky (1906, S. 224) betont, eine gleichmäßigere Verteilung der Chromatophorenfläche in der Zelle bewirkt. Daneben finden sich häufig Einschnitte, die mitunter die Platte in mehrere Stücke zerspalten, die nur noch durch eine schmale Brücke miteinander verbunden sind *(Cocconema, Anomoeoneis, Encyonema)*. Solche Einschnitte sind nach Mereschkowskys (1906, S. 34) Auffassung zur Freilegung der Raphe und anderer Membranspalten angelegt. Regelrechte Durchbrechungen der Chromatophoren hat Mereschkowsky (1902/03, S. 160) bei *Nitzschia tetraplacata* und *N. fenestrata* nachgewiesen. Pfitzer (1871, S. 58, 59, 78) hat durchbrochene Chromatophoren für die Gattungen *Pleurosigma, Frustulia, Anomoeoneis*, Otto Müller (1883, S. 482) für *Pleurosigma* beschrieben, doch es ist dies ein Irrtum der genannten Forscher, die wahrscheinlich die als helle Stellen erscheinenden Pyrenoide für Durchbrechungen gehalten haben.

Bereits Pfitzer (1871, S. 32) hat festgestellt, daß die plasmatische Grundsubstanz der Chromatophoren sich durch größere Dichtigkeit vom Cytoplasma unterscheidet. Beim Zerdrücken der Zellen mischt sie sich nicht mit dem Cytoplasma. Man kann die Abgrenzung der Chromatophoren gegen das umgebende Plasma noch erkennen, wenn der Farbstoff durch Lösungsmittel entfernt ist. Eine feinere Struktur der Chromatophoren habe ich trotz Anwendung der stärksten Systeme an lebendem Material niemals wahrgenommen. Stets erschien die Chromatophorensubstanz vollkommen homogen und gleichmäßig gefärbt.

Die Farbe der Chromatophoren schwankt zwischen gelbbraun und gelbgrün. Meistens herrscht das Braune vor, doch kommt auch reines Grün vor. Die Farbe kann bei verschiedenen Individuen derselben Art verschieden sein. Nach dem Absterben der Zelle schlägt sie bald in reines Grün um.

Der Farbstoff löst sich schon bei Zimmertemperatur in verdünntem Alkohol, leichter beim Erwärmen oder in absolutem Alkohol. Er stellt nach Askenasy (1867, S. 136/37) ein Gemenge von Chlorophyll und einem gelben Körper vor, der in verdünntem Alkohol leichter löslich ist als jenes. Der gelbe Farbstoff ist von Kraus und Millardet (cit. nach Tammes 1900, S. 238) Phycoxanthin genannt und auch bei *Fucoideen* nachgewiesen worden. Von manchen Autoren wird er auch Diatomin genannt (Pfitzer 1871, S. 33). Tine Tammes (1900, S. 239) wies in den Chromatophoren von *Fragilaria*-Arten Carotin nach, das sich mittels alkoholischer Kalilösung in Kristallen abscheiden ließ. Kohl hat auf Grund des spektroskopischen Verhaltens des Farbstoffes (1902, S. 147) die Vermutung ausgesprochen, daß es ein Diatomin nicht gäbe, sondern daß der gelbe Diatomeenfarbstoff aus Carotin bestehe, dem ein anderer bräunlichgelber Farbstoff, wahrscheinlich Xantophyll, in sehr geringer Quantität beigemengt sei. Auch er hat bei *Gomphonema* und *Navicula* Carotin in Kristallen abgeschieden. Molisch (1905, S. 140) glaubt neben Chlorophyll und Carotin einen neuen Körper, das „Leucocyan" gefunden zu haben. Er sagt darüber (l. c.): „Die gelbe alkoholische Lösung, aus der das Chlorophyll durch Benzin entfernt worden ist, gibt mit Salzsäure die „Leucocyanreaktion", die Flüssigkeit wird blaugrün, es entsteht „Phaeocyan"." — Molisch (l. c. S. 142) nimmt an, daß die Diatomeen ebenso wie die *Phaeophyceen* in ihrem lebenden Chromatophor ein „braunes Chlorophyll" enthalten, welches beim raschen Absterben der Zelle in gewöhnliches Chlorophyll umgewandelt wird. Dem „hypothetischen braunen Atomkomplex" bei den Diatomeen legt er deshalb ebenfalls den Namen „Phaeophyll" bei. Neuerdings (1906, S. 125—133) sucht Kohl nachzuweisen, daß der Chromatophorenfarbstoff der Diatomeen besteht aus: „1. Chlorophyll mit demselben Absorptionsspectrum wie bei den höheren Pflanzen,

2. Carotin, und daß vermutlich noch „Xantophyll“ darin enthalten sei.“ Carotin überwiege quantitativ. Die Diatomeenchromatophoren sollen danach die gleichen Farbstoffe, wie die Chlorophyllkörner der Phanerogamen, nur in einem anderen Mischungsverhältnis enthalten. Was die Anwesenheit des von Molisch behaupteten Leucocyans betrifft, hat Kohl nachgewiesen (l. c. S. 128), daß die Leucocyanreaktion eine Carotinreaktion ist, die er auch mit reinen Carotinlösungen erhalten hat. Das Diatomin als spezifischer Diatomeenfarbstoff ist nach seinen Befunden aus der Liste der Pflanzenfarbstoffe zu streichen.

Die Chromatophoren sind von äußeren Bedingungen, speziell von der Ernährung abhängig. Es kommt bisweilen völliger Schwund des Chromatophorenfarbstoffes, vielleicht der Chromatophoren selbst vor. Nach Benecke (1900, S. 537—39) sind bereits von Cohn, Klebs, Lanzi, Palla, Provacek, und Miquel farblose Diatomeen beobachtet worden. Benecke hat im Kieler Hafen auf faulenden Pflanzen zwei farblose Arten von Diatomeen gefunden, die er *Nitzschia leucosigma* und *N. putrida* nennt (1900, S. 536). In diesen sonst normalen Zellen hat er niemals eine Spur von Chromatophoren nachweisen können, läßt es aber doch dahingestellt sein, ob Leucoplasten wirklich fehlen. Er hat sie in organischer Nährlösung kultiviert und nie Chromatophoren auftreten sehen. Nach seinen Angaben (l. c. S. 562) wuchsen sie auch im Dunkeln sehr gut, zeigten sich also als echte Saprophyten. Bei Arten mit normalen Chromatophoren hat Benecke bisweilen eine Verminderung der Chromatophorengröße konstatiert, wenn er sie in organischer Nährlösung im Dunkeln kultivierte (l. c. S. 562).

Karsten (1901) hat die farblosen Diatomeen genauer studiert. Er hat *Nitzschia palea* und *Hantzschia amphioxys* sowohl im Licht wie im Dunkeln und unter Darbietung von organischen Nährstoffen kultiviert (1901, S. 410). Als Grundlage der Nährlösungen hat er 2%, 1% oder 0,5% gewöhnliche Knooplösung benutzt. Nach seinen Befunden sind Glycerin, Glycocoll + Traubenzucker, Asparagin + Traubenzucker die zur Kultur am besten geeigneten Stoffe. Karsten (l. c. S. 414) sagt weiter: „Nach längerem Aufenthalt in diesen Nährlösungen nahm die Chromatophorengröße langsam aber deutlich ab. Diese Abnahme war in den schneller sich vergrößernden Lichtkulturen erheblich stärker als in den Dunkelkulturen. In etwa vier Wochen waren die Chromatophoren zu kaum wahrnehmbaren Pünktchen (bei 1000facher Vergrößerung) reduziert. Diese Größe behielten sie auch nach viermonatlicher Kultur; niemals fand ein völliges Schwinden der Chromatophoren statt. Nach der Überführung derartiger Zellen in reine Knoop'sche Nährlösung oder gewöhnliches Leitungswasser trat sowohl im Licht als auch im Dunkeln eine langsame Vergrößerung der Chromatophoren ein.“

Zu einem anderen Kulturversuch (1901, S. 421) ist Karsten durch die Beobachtung veranlaßt worden, daß in Gewässern, denen im Herbst reichlich abgefallenes Laub zugeführt wird, zwischen den faulenden Blättern häufig Diatomeenzellen vorkommen, die sehr stark verblaßt, aber lebhaft beweglich sind. Er hat die gleichen Bedingungen in seinem Kulturen hergestellt und gefunden, daß sowohl bei Licht- als auch Dunkelkulturen wohl auch eine geringe Größenverminderung, vor allem aber eine starke Abnahme der Färbungsintensität der Chromatophoren stattfand. „Schließlich“ — sagt er (l. c. S. 422) — „waren die Chromatophoren bei mittlerer Größe völlig entfärbt. Wurden derartige Zellen in gewöhnliche Knoop'sche Lösung oder in einfaches Leitungswasser gebracht, so färbten sich die Chromatophoren wieder, sodaß sie nach 2- 3 Tagen von normalen kaum zu unterscheiden waren.“ Karsten hat in Neapel ebenfalls *Nitzschia putrida Benecke* gefunden, die nach seinen Untersuchungen keine Spur von Chromatophoren besitzt (l. c. S. 425). Er hat versucht sie durch Kultur in sehr schwachen organischen Nährlösungen zur Chromatophorenbildung zu veranlassen, aber er hat nie eine Andeutung von Chromatophoren, sei es von Autoplasten, sei es von Leucoplasten gesehen.

Farblose Diatomeen sind ferner von Mereschkowsky (1901, S. 34, 38) beschrieben worden. Die eine Art, die er *Nitzschia incolor* nennt, besitzt nach seinen Angaben (l. c. S. 34) keine Spur von Chromotophoren. Zwischen zahlreichen normalen Zellen von *Nitzschiella acicularis* hat Mereschkowsky (l. c. S. 38) bisweilen völlig farblose gefunden, die aber, wie alle übrigen, zwei deutliche Chromatophoren (Leucoplasten) enthielten.

Ich habe im Verlauf meiner Untersuchungen ebenfalls Gelegenheit gehabt, farblose Diatomeen zu beobachten. Von einer Agarreinkultur, die das Institut der Freundlichkeit des Herrn Prof. Chodat in Genf verdankt, hatte ich am 2. VII. 1905 *Nitzschia commutata Grun.* auf Diatomeenagar nach Richter (1903, S. 493) abgeimpft. Die Kultur stand in einem Kölbchen im Arbeitszimmer am Nordfenster. Am 5. I. 1906 setzte ich sie in ein ungeheiztes Zimmer an ein Südfenster. Da mir die blasse Färbung der vorher braun erscheinenden Kultur auffiel, entnahm ich ihr am 26. I. eine Probe, die neben wenigen normal gefärbten Zellen eine grosse Zahl lebender farbloser enthielt. In jeder Zellhälfte trat eine farblose Platte aus dichterer Substanz hervor, die kleiner war als die normal gefärbten Platten. Die Platten speicherten stark Methylenblau. Es kann kein Zweifel bestehen, daß wir in ihnen Leucoplasten vor uns haben, die aus Autoplasten durch Verlust des Farbstoffes entstanden sind. Unklar bleibt dagegen, was die Zellen veranlaßt hat, auf dem nur mit anorganischen Nährstoffen versetzten Agar die autotrophe Ernährung aufzugeben. Die Kultur hat niemals verdunkelt gestanden, sondern stets normalen Lichtgenuß gehabt. Die Zellen waren in normaler Weise mit Reservestoffen versehen. Es ist noch fraglich, ob sie von den abgestorbenen Zellen allein, oder von diesen und von Agar gelebt haben.

Somit ist in drei Fällen das Vorkommen von Leucoplasten bei Diatomeen festgestellt worden. Noch interessanter ist die Tatsache, daß gewisse Arten sich so sehr der saprophytischen Lebensweise angepaßt haben, daß sie ihre Chromatophoren anscheinend völlig eingebüßt haben. Bemerkenswert ist es, wie ja schon aus den Versuchen von Karsten hervorgeht, daß zum Verschwinden sowohl des Chromatophorenfarbstoffes als auch der Chromatophoren selbst eine Entziehung des Lichtes nicht notwendig ist. Zum Schlusse will ich noch erwähnen, daß sämtliche bis jetzt beobachtete farblose Diatomeen der Gattung *Nitzschia* angehören.

Der günstige Stand meiner Agarreinkulturen von *Nitzschia commutata Grun.* veranlaßte Herrn Prof. Meyer, mich untersuchen zu lassen, ob bei Diatomeen eine chromatische Adaption, wie sie Gaidukow (1902, S. 1 ff., 1906, S. 1 ff.) für *Cyanophyceen* und *Rhodophyceen* beschrieben hat, vorkomme. Dabei wurde derart verfahren, daß die gutwachsenden jungen Kulturen unter Glocken mit Farblösungen dem Licht ausgesetzt und nachher mit einer gleichalterigen Kontrollkultur, die in weißem Licht geblieben war, mikroskopisch und makroskopisch verglichen wurden. Als Farblösungen dienten gesättigtes Kupferoxydammoniak, gesättigte Kupferchloridlösung und 0,033 % ammoniakalisch-wässerige Lösung von Karmin. Der erste Versuch, der vom 16. X 1906 ab 4 Wochen lang dauerte, ergab anscheinend ein positives Resultat. Die Kulturen hatten an 18 Tagen Sonnenlicht gehabt. Während die Kontrollkultur in weißem Licht eine goldbraune Farbe mit starkem Stich ins Rotbraune hatte, ging bei der Kultur in blauem Licht die Farbe mehr nach braun (weniger Rot!) und die Kultur in rotem Licht war grünlich-braun, während der rote Ton fast verschwunden war.

Am 28. II. 1907 begann ich mit frischen Kulturen neue Versuche, um die zur Farbänderung notwendige Zeit zu bestimmen. Als nach 14 Tagen, von denen 12 sonnig waren, keine Änderung eintrat, wurden andere Kulturen nach der Methode Gaidukows mittels Bogenlicht aus 40 cm Entfernung belichtet. Doch ließen sie nach mehrtägiger Belichtung, die im Ganzen 46 Stunden dauerte, keine deutliche Farbänderung erkennen. Die Kulturen wurden dann noch 4 Wochen, in denen fast ständig Sonnenschein herrschte, unter ihren farbigen Glocken dem Tageslicht ausgesetzt. Doch war an keiner Kultur nach 4 bezw. 6 Wochen eine chromatische Adaption im Sinne Gaidukows eingetreten. Bemerkenswert ist dabei noch, daß ein deutlich erkennbares Wachstum nur in den Kulturen in rotem Licht stattgehabt hatte. Nach dem Ergebnis meiner Versuche ist es wahrscheinlich, daß die Diatomeen die Fähigkeit der chromatischen Adaption im Sinne Gaidukows nicht besitzen. Wie die Differenz der Resultate beider Versuchsreihen zustande gekommen ist, konnten wir bis jetzt nicht ermitteln.

Was die Verwendung der Chromatophoren für die Systematik angeht, so liegt ihre größte Bedeutung wohl in der Charakterisierung der Spezies. Doch hat man sie auch zur Aufstellung von Systemen der Diatomeen benutzt. Vorbildlich ist hierbei Pfitzer gewesen, der (1871, S. 151/52) die

Diatomeen in *Placochromaticae* mit plattenförmigen Chromatophoren und *Coccochromaticae* mit körnigen Chromatophoren einteilt. Seine Stellung zur Diatomeensystematik geht aus folgendem Satz (S. 153) hervor: „Aber selbst wenn durch fernere Untersuchungen in meiner Zusammenstellung erhebliche Änderungen nötig werden sollten, so werden doch, wie ich glaube, die Form und Lage der endochromatischen Organe für die Aufstellung der Hauptabteilungen des Systems von großer Bedeutung bleiben." Karsten (1899, S. 145/46) schließt aus seinen Beobachtungen, daß innerhalb jeder Gattung die Zahl und Lagerung der Chromatophoren sehr wohl zum obersten Unterscheidungsprinzip gemacht werden könne. Besonders will er große Gattungen wie *Navicula, Pleurosigma, Amphora* mit Hilfe der Chromatophoren in leicht übersehbare und natürlich zusammenhängende Untergattungen und Sektionen einteilen. Nach Mereschkowsky (1901 a., S. 3) ist Pfitzer's Einteilung in *Placochromaticae* und *Coccochromaticae* zu verwerfen, da nach seinen Befunden in 15 Gattungen sowohl plattenförmige als auch körnige Chromatophoren vorkommen. Doch benutzt er in seinem System ebenso, wie Pfitzer, die Chromatophoren zur großen Einteilung. Seine Ansicht faßt er (1902/3, S. 1) folgendermaßen zusammen: „Das Endochrom kann nicht nur zur Unterscheidung der Arten und Varietäten dienen, sondern bei den höheren Diatomeen ist es ein Kennzeichen, das uns ein sicheres Mittel in die Hand gibt, um Gattungen, Familien und Gruppen höherer Ordnung aufzustellen und die wahren Verwandtschaftsverhältnisse zu ergründen." Ich kann ihm hierin nicht zustimmen und glaube, daß sein System, das sich auf einseitige Bewertung eines Merkmals gründet, ebensowenig Anspruch auf den Namen eines natürlichen hat, als das der reinen Schalensystematiker. Dagegen scheint mir Karsten das Richtige zu treffen, wenn auch das von ihm empfohlene Verfahren in erster Linie den praktischen Zweck hat, Übersicht zu schaffen und weniger die Verwandtschafts-Verhältnisse aufzuklären vermag. Von größter Wichtigkeit werden die Chromatophoren neben anderen Merkmalen stets für die Speziesdiagnose sein, so lange der von Pfitzer für die Diatomeensystematik angebahnte Weg weiter beschritten wird.

Anhang.

Allgemeines über den Protoplasten.

Der Protoplast der Diatomeen besitzt einen relativ hohen Turgor. Bei *Pinnularia* beträgt dieser nach Otto Müller (1889, S. 173) 4—5 Atmosphären, während Karsten (1899, S. 154) Turgorgrößen von 3 *(Nitzschia paradoxa)* bis ca. 30 *(Pleurosigma strigosum)* Atmosphären fand. Der Protoplast ist im Allgemeinen sehr empfindlich gegen Reize physikalischer wie chemischer Natur. Hierüber teilt Karsten (l. c.) folgende Beobachtung mit: „Wenn durch Absaugen oder fortschreitendes Austrocknen des Wassers unterm Deckglase, dieses einen gelinden Druck auf die Zellen ausübt, so tritt der Plasmaschlauch von der Wand zurück. Es scheint auch hier eine Art vom Plasmolyse vorzuliegen, die durch Wasserzusatz sofort aufgehoben werden kann." Benecke (1900, S. 555) hat eine ähnliche Plasmolyse die nach Aufhebung des Reizes wieder zurückging, bei farblosen Nitzschien durch Lichtreiz hervorgerufen. Er beobachtete, daß einmaliges Hervorrufen der Plasmolyse den Zellen niemals etwas schadete, während wiederholte Plasmolyse den Tod herbeiführte. Benecke (l. c. S. 554) erwähnt, daß die von ihm und Karsten beobachtete abweichende Art der Plasmolyse wahrscheinlich identisch sei mit der von Schütt (1895, S. 110) bei Diatomeen und Peridineen beobachteten Erscheinung, die Schütt als Reizplasmolyse bezeichnet. Diese unterscheidet sich nach Benecke (l. c.) dadurch scharf von der normalen Plasmolyse, daß das Abheben des plasmatischen Wandbeleges nicht durch Lösungen, die unter höherem osmotischen Druck stehen als der Zellsaft, erfolgt, sondern vielmehr durch alle möglichen Reize ausgelöst werden kann. Nach den Erfahrungen Karsten's (l. c.) kann Plasmolyse lange ertragen werden und die Zelle kann sich mit der Zeit an die höhere Konzentration des um-

gebenden Mediums anpassen. So hat er beobachtet, daß Süßwasserformen, die durch Flußströmungen ins Meer getrieben worden waren, trotz der eingetretenen Plasmolyse am Leben blieben. Weit empfindlicher als gegen Medien höherer Konzentration ist der Protoplast nach Karsten (l. c.) gegen solche niederer Konzentration. Bei Zusatz solcher tritt nach seinen Angaben fast immer eine Portion Plasma aus, und die Zelle stirbt sofort ab.

Der Protoplast scheint mir nicht besonders zähflüssig, sondern relativ dünnflüssig, etwa wie gewöhnlicher Gummischleim, zu sein. Wird durch starken Druck des Deckglases die Zellmembran gesprengt, so fließt der gesamte Protoplast auch durch dünne Bruchspalten der Membran in raschem Strom in das umgebende Wasser aus. Für meine Annahme spricht auch die relativ große Geschwindigkeit der Plasmaströmungen und das rasche Durcheinanderwirbeln von Volutinkörnchen, das man bei verschiedenen Arten in den endständigen Plasmaanhäufungen beobachten kann.

Zum Fixieren des Protoplasten habe ich mit Erfolg 1% Überosmiumsäure, verdünnte Fleming'sche Lösung, konzentrierte wässerige Sublimatlösung, Picrinschwefelsäure, Picrinsäure-Nigrosin (Pfitzer 1883, S. 44) angewandt. Osmiumsäure fixiert den Protoplasten, wie schon Pfitzer (1871, S. 29) und Lauterborn (1896, S. 7) hervorheben, fast unverändert. Sie ist besonders für Präparate zu empfehlen, die ungefärbt studiert werden sollen. Fleming'sche Lösung, Sublimat und Picrinschwefelsäure sind dann am Platze, wenn die Zellen gefärbt und in Balsam eingeschlossen werden sollen. Der Färbung muß aber dann noch ein Härten mit Alkohol vorausgehen. Doch ergibt Picrinschwefelsäure keine so guten Resultate wie die beiden andern. Jodjodkalium c (A. Meyer, Bakterienpracticum 1903, S. 152) fixiert gut, färbt aber zu stark braun und kann deshalb nur in beschränktem Maße verwandt werden. Picrinsäure-Nigrosin fixiert und färbt recht gut, das Reagens ist aber zum Studium feinerer Strukturverhältnisse des Protoplasten nicht zu empfehlen. Alkohol ist zum Fixieren nicht zu gebrauchen, aber bei der nachträglichen Härtung nicht zu entbehren. Chloralhydrat macht den Zellinhalt durchsichtig. Er verquillt und treibt die Schalen auseinander. Die Struktur des Protoplasten verschwindet dabei vollkommen.

II. Die ergastischen Gebilde.

a) Einschlüsse des Protoplasten.

V. Kapitel. Die Doppelplatten.

Von den Einschlüssen des Protoplasten nenne ich zuerst diejenigen, die bereits von Pfitzer (1871, S. 30/31) in der Plasmabrücke von *Pinnularia viridis* als paarweise parallele dunkle Linien beobachtet und als solide Zylinder dichteren Plasmas gedeutet worden sind. Diese Gebilde sind von Lauterborn (1896, S. 22) weiter untersucht und von ihm als „Doppelstäbchen" bezeichnet worden. Auch Lauterborn (l. c. S. 22) hält sie für Plasmafäden; er hat sie außer bei *Pinnularia* auch bei *Surirella* beobachtet. Hier treten sie nach seinen Angaben (l. c. S. 23) vor der Teilung des Zellkerns, bei Beginn von dessen Wanderung, auf und verschwinden nach beendigter Teilung wieder. Karsten (1900, S. 259) hat Doppelstäbchen bei der Auxosporenbildung von *Surirella saxonica Auersw.* gefunden, sie verschwanden hier aber schon vor Beginn der eigentlichen Teilung. Er spricht die Vermutung aus, daß dieselben eine besondere Form des Kinoplasma Straßburger's seien und zur Entwicklung der Strahlung verbraucht würden. Ich habe die fraglichen Gebilde in der Plasmabrücke ruhender

Zellen von *Pinnularia viridis Ehr., P. maior ex rec. Grun. A. Schm., P. nobilis Ehr., P. biceps Greg., Navicula limosa Kütz., Caloneis amphisbaena Cleve., Amphora ovalis Kütz., A. proteus Greg.* beobachtet. Bei *Surirella splendida Kütz.* sah ich sie nur vor Beginn der Kernteilung auftreten. Leider konnte ich ihr Verhalten während derselben nicht verfolgen, da die Zellen jedesmal in diesem Stadium abstarben.

Ich muß zunächst die Angaben der anderen Autoren berichtigen, wonach es sich um Stäbchen oder Fäden handeln soll. Es sind vielmehr paarweise parallele Platten, die stärker lichtbrechend sind, als das umgebende Cytoplasma. Die Platten sind häufig etwas gekrümmt. Oft sind mehrere Paare in einer Reihe hintereinander angeordnet. Ihre Richtung ist verschieden. Lauterborn (1896, S. 22) gibt an, daß sich die Doppelstäbchen von *Pinnularia* vor Beginn der Kernteilung radiär gegen Kern und Centrosom anordneten. Ich habe eine derartige ins Auge fallende Anordnung nicht beobachtet. Dagegen kann das Verhalten der Platten bei der Kernteilung vielleicht Aufschluß über ihre Bedeutung im Leben der Zelle geben. Zur Zeit, wo die Chromatophoren auf die Schalenseiten wandern, also vor Beginn der eigentlichen Teilung, sind die Platten bei *Pinnularia viridis-maior-nobilis* noch normal und deutlich sichtbar. Bei Beginn der Kernteilung werden sie undeutlich und dann völlig unsichtbar. Ist die Zellteilung vollendet, so treten sie wieder auf, erscheinen aber erst nach und nach in normaler Deutlichkeit. Die Substanz der Platten scheint demnach bei der Kernteilung aufgebraucht zu werden, also einen Reservestoff darzustellen. Lauterborn erwähnt nichts über ihr Verhalten bei der Kernteilung; nach seinen Abbildungen (1896, Tafel IV, Fig. 50—52) bleiben sie erhalten. Um weitere Aufschlüsse über die Bedeutung der Platten zu erhalten, versuchte ich sie zum Verschwinden zu bringen, indem ich die Zellen hungern ließ. Die Diatomeen wurden zu diesem Zweck in klarem Flußwasser in einer flachen Schale über Ätzkali kultiviert. Der Versuch blieb aber resultatlos, indem nach 4 Wochen die Platten keine Veränderung erkennen ließen. Nach längerer Zeit waren alle Zellen abgestorben. Der Ausfall des Versuches beweist aber nichts gegen die oben geäußerte Vermutung über die Bedeutung der Platten, da auch die anderen Reservestoffe nicht verbraucht wurden.

Die Doppelplatten werden am besten durch 1% Osmiumsäure oder Fleming'sche Lösung fixiert. Die gehärteten sind in ihrem Verhalten gegen Chloralhydrat nicht vom umgebenden Cytoplasma verschieden. Millons Reagens [in dem die Aleuronkörner von *Ricinus communis* sich deutlich braunrot färbten] brachte in *Pinnularia*-Zellen, die mit Osmiumsäure fixiert und mit Alkohol behandelt waren, auch nach mehrstündiger Einwirkung keine Färbung der Platten zustande. Nach der Behandlung mit Jodjodkalium c. und Methylenblau 1 + 10 erscheinen die Platten dunkler als ihre Umgebung gefärbt. Haematoxylin Delafield färbt die fixierten nur schwach, viel schwächer als den Kern. Dagegen heben sich nach Fixierung mit Fleming'scher Lösung und Färbung mit Saffranin die dunkelrot gefärbten Doppelplatten scharf vom Cytoplasma ab. Bei dieser Färbung müssen die Zellen möglichst lange (mehrere Tage lang) in der verdünnten Farblösung liegen.

VI. Kapitel. Die Zellsaftvacuolen.

Der größte Raum der Diatomeenzelle wird von einer oder mehreren Zellsaftvacuolen eingenommen. Die *Centricae* besitzen nach Karsten (1899, S. 144) alle eine zentrale Vacuole, die meist von Plasmafäden oder Strängen durchquert wird. Bei der Mehrzahl der *Pennatae* trennt die mittlere Plasmabrücke zwei große Vacuolen, die sie meist mehr oder weniger tief aushöhlen. Doch kommen auch zygomorphe Formen mit einer Zentralvacuole vor (z. B. *Eunotia arcus Rab.*) Von der Norm abweichende Verhältnisse finden sich bei *Pleurostauron acutum* und *Eunotia gracilis Rab.* Hier ist fast der ganze Zellraum erfüllt von zahlreichen kleineren Vacuolen, die nur durch dünne Cytoplasmaschichten voneinander getrennt sind (siehe auch unter Cytoplasma). Bei den *Pennatae* kommen oft auch kleinere

Vacuolen in der mittleren Plasmabrücke vor. Auch die Plasmaanhäufungen an den Zellenden sind häufig vacuolig. Die Vacuolen sind von wässerigem Zellsaft erfüllt. Im Zellsaft liegen in der Regel Reservestoffe wie Öltropfen und Volutinkörner.

VII. Kapitel. Das Volutin.

Der Protoplast der Diatomeen enthält stets bestimmte Einschlüsse, die Herr Prof. Meyer (1904, S. 141) als Volutinkörner bezeichnet. Schon von früheren Beobachtern, z B. Pfitzer (1871, S. 33), gesehen, sind diese Einschlüsse kurzerhand als Öltropfen beschrieben worden Bütschli (1890, cit. nach Lauterborn 1896, S. 31) hat auf die starke Färbbarkeit dieser Gebilde aufmerksam gemacht und ihre Verbreitung bei vielen niederen Organismen nachgewiesen. Lauterborn hat sie genau untersucht und „Bütschli'sche rote Körnchen der Diatomeen" genannt (1896, S. 30). Von diesen sagt er (l. c.): „Ich bezeichne als Bütschli'sche Körnchen diejenigen extranucleären Einschlüsse der Diatomeenzelle, die in Alkohol und Äther unlöslich, sich sowohl mit Delafield'schem Haematoxylin als auch intra vitam mit Methylenblau intensiv rotviolett färben." Herr Prof. Meyer (1904, S. 126/27) hat nachgewiesen, daß das Volutin ein unter den Thallophyten weitverbreiteter Reservestoff ist, daß es aber den höheren Pflanzen fehlt. Er bezeichnet als Volutin die Körner, die in ihren spezifischen Reaktionen mit den Volutanskugeln der Bakterien übereinstimmen. Dabei wendet er das Wort Volutin in ähnlicher Weise an wie Fett, Zucker etc. (1904, S. 116). Nach seiner Ansicht sind die Volutine vielleicht saure oder gesättigte Verbindungen der Nucleïnsäure mit irgend einer (wahrscheinlich organischen) Base (l. c. S. 120).

Nach den Angaben Lauterborns (1896, S. 30) ist das Volutin bei den Diatomeen außerordentlich verbreitet. Benecke (1900, S. 550) hat Volutin bei fast allen marinen Diatomeen gefunden und auch die von Herrn Prof. Meyer untersuchten Formen führten alle Volutin. Ich selbst habe ca. 90 Arten untersucht, die ca. 30 Gattungen angehören, und bei sämtlichen Arten Volutin gefunden. Wohl habe ich bisweilen einzelne Zellen frei von Volutin getroffen, aber niemals eine ganze Art.

Die Volutinkörner gehören somit wohl zu den ständigen Einschlüssen der Diatomeenzelle. Lauterborn hat sie nur im Zellsaft gefunden (1896, S. 31 ff.). Er hat bei *Pinnularia oblonga W. Sm.* und *Cymbella cuspidata Kütz.* beobachtet, daß die Volutinkugeln von besonderen Vacuolen umschlossen sind, die bei *Pinnularia* noch einen eigentümlichen kuppenförmigen Aufsatz von grauer Farbe tragen Herr Prof. Meyer sagt (1904, S. 125), daß das Volutin meist im Cytoplasma, aber auch im Zellsaft vorkomme. Ich kann die Angabe von Herrn Prof. Meyer bestätigen, doch scheint mir, daß die Volutinkörner bei den Diatomeen in erster Linie im Zellsaft gespeichert werden. Während Herr Prof. Meyer (1904, S. 127) bei der *Chlorophycee Coleochaete scutata* Volutin in den Chromatophoren nachgewiesen hat, ist mir bei Diatomeen ein derartiger Nachweis nicht gelungen. Es wird demnach wohl die Bildung des Volutins bei den Diatomeen im Cytoplasma vor sich gehen und nicht in den Chromatophoren, wie es Herr Prof. Meyer (1904, S. 125) für andere Algen wahrscheinlich gemacht hat. Doch habe ich den Eindruck gewonnen, als ob das Volutin in irgend welchen Beziehungen zu den weiter unten besprochenen Pyrenoiden stünde, da ich häufig den pyrenoidführenden Teil des Chromatophors bei Cymbella-Arten von zahlreichen Volutinkörnern umgeben fand. Ob diese hier gebildet oder verarbeitet werden, bleibt fraglich. Sicher ist, daß nicht notwendig Beziehungen bestehen, da auch pyrenoidlose Formen sehr reich an Volutin sein können, z. B. *Cocconema lanceolatum Ehr.*

Die Volutinkörner sind, wie schon Lauterborn (1896, S. 31) hervorhebt, bei vielen Arten so konstant und in so charakteristischer Weise angeordnet, daß sie gut als systematisches Merkmal benutzt werden können, wie dies Mereschkowsky (1903, b. S. 83) mit seinen Stabiloplasten beabsichtigt. Diese Stabiloplasten sind in manchen Fällen wirklich Volutinkugeln, z. B. bei *Navicula*

cuspidata Kütz. und *Amphora ovalis Kütz.* Lauterborn hat solche konstant auftretende und charakteristisch gelagerte Volutinkugeln für *Navicula cuspidata Kütz., Pinnularia oblonga W. Sm., Cymbella cuspidata Kütz., Amphora ovalis Kütz.* und *Nitzschia sigmoidea W. Sm.* beschrieben. Ich habe sie bei *Navicula cuspidata, Placoneis Placentula Hzl., Pl. dicephala Mer.* und *Pl. bicapitata Hzl., Encyonema ventricosa Heib., E. paradoxum Kütz., E. lunula Grun., Amphora ovalis Kütz.* und *A. protens Greg.* beobachtet.

Um einen Aufschluß über die Bedeutung des Volutins im Leben der Zelle zu bekommen, habe ich versucht, die Kugeln durch Veränderung der Lebensbedingungen zum Verschwinden zu bringen. Zu diesem Zweck wurde *Navicula cuspidata* bei völligem Abschluß des Lichtes sowohl in Luft als auch im Vacuum kultiviert. Doch war nach 30 Stunden keinerlei Veränderung im Gehalt an Volutin zu erkennen, während die Öltropfen eine deutliche Beeinflussung erkennen ließen. Auch Zellen von *Pinnularia nobilis,* die 35 Tage im Exsiccator über Ätzkali zugebracht hatten, enthielten Volutin in normaler Weise.

Wenn auch diese Versuche ohne positives Resultat geblieben sind, so gibt doch das Verhalten der Volutinkugeln bei der Zellteilung einige Anhaltspunkte zur Beurteilung ihrer Bedeutung. Lauterborn fand (1896, S. 158), daß die Kugeln von *Pinnularia oblonga* sich bei Beginn der Kernteilung nach und nach lösen und nach Beendigung der Zellteilung wieder am alten Platze liegen. Bei *Navicula cuspidata* sah er ein gleiches Verhalten der Volutinkugeln. Ich kann seine Angaben für *Navicula cuspidata* vollkommen bestätigen. Bei dieser Art konnte ich auch das Wiederauftreten und langsame Anwachsen der Kugeln nach Beendigung der Zellteilung beobachten. Dies findet statt zu der Zeit, wo die Chromatophoren in den Tochterzellen sich teilen. Auch bei *Pinnularia nobilis* und *Amphora ovalis* fand ich, daß das Volutin bei der Zellteilung verschwindet. Doch tritt sehr bald nach beendigter Teilung im Zellsaft wieder Volutin auf, bisweilen in relativ großer Menge. Danach ist es wahrscheinlich, daß das Volutin als stickstoffhaltiger Reservestoff bei der Neubildung lebendiger Substanz eine Rolle spielt, wie schon Lauterborn (1896, S. 42) vermutet hat.

Das Volutin kommt hauptsächlich in Form von Kugeln oder runden Körnchen vor, seltener sind Körner mit unregelmäßig gestalteter Oberfläche. Lauterborn (1896, S. 40) bemerkt über ihre Morphologie: „Die Bütschli'schen Kugeln sind Bläschen, erfüllt von einer ziemlich stark lichtbrechenden, zähflüssigen Substanz und umgeben von einer Hülle, welche sich gegenüber der Einwirkung verschiedener Reagentien resistenter verhält als der Inhalt.“ Herr Prof. Meyer sagt (1904, S. 123) folgendes: „Die Volutinkörner scheinen aus zähflüssiger Substanz zu bestehen, aus verquollenem Volutin (volutiniger Wasserlösung). Bei der Quellung, die durch Anwendung von Reagentien hervorgerufen wird, entstehen leicht Hohlkugeln aus ihnen. Ob sie als Hohlkugeln vorkommen, ist fraglich. Ausserdem kommen bei *Navicula radiosa* Körner vor, die unzweifelhaft aus ungequollener Substanz bestehen. Gewöhnlich sind diese festen Körner rundlich und massiv, können aber auch hohl sein, wenigstens sehr schwach lichtbrechend in der Mitte.“

Das Volutin scheint in drei verschiedenen Modifikationen vorzukommen: in Form von Kugeln oder Körnchen aus zähflüssiger Substanz, als Kugeln mit unsichtbarem kristallinischem Gefüge (Sphaerite), als kristallinische unregelmäßig gestaltete Körner. Die erste und die dritte Modifikation sind von Herrn Prof. Meyer beschrieben worden. Bezüglich der zähflüssigen Kugeln möchte ich seinen Ausführungen noch hinzufügen, daß wahrscheinlich bei *Navicula cuspidata Kütz.* bisweilen doch Hohlkugeln vorkommen können, die von zähflüssiger Substanz erfüllt sind; denn ich sah im Innern der grossen Kugeln mitunter 1—3 kleine Körnchen, die langsame Bewegungen ausführten. Die zweite Modifikation wird durch die Kugeln von *Amphora ovalis* und *Cymbella gastroides* repräsentiert. Diese Gebilde gleichen bei der Betrachtung vollkommen den Volutinkugeln anderer Arten, sind aber im Gegensatz zu diesen doppeltbrechend; sie müssen folglich ein unsichtbares kristallinisches Gefüge besitzen. Im Gegensatz zu den eben besprochenen sind die doppeltbrechenden Volutinkörner, die Herr Prof. Meyer zuerst bei *Navicula radiosa Kütz.* gefunden hat, mehr oder weniger unregelmäßig gestaltet. Ich habe solche doppeltbrechende Körner bei *Navicula radiosa Kütz., Navicula Alpha, Encyonema paradoxum Kütz., E. ventricosa Heib., E. lunula Grun.* beobachtet. Manche dieser Körner haben bei gewöhnlicher Beleuchtung das Aussehen von unregelmäßig gewachsenen Sphaeriten; besonders deutlich

ist dies bei den Körnern von *Encyonema paradoxum*. Die von E. Ott (1901, S. 787) beschriebenen „drusenartigen Gebilde“ bei der nahverwandten Art *Encyonema prostratum* dürften wohl auch hierher gehören. Bei den oben erwähnten Arten fällt das schwarze Kreuz, das im polarisierten Licht bei hoher Einstellung sichtbar wird, mit der Polarisationsebene zusammen, während es bei *Amphora ovalis* schräg zu derselben liegt.

Über das Verhalten des Volutins gegenüber Reagentien macht Lauterborn (1896, S. 34—40) folgende Angaben: „Delafield'sches Haematoxylin färbt in sehr verdünnter Lösung, besonders nach Fixierung mit 45% Jodalkohol oder Picrinschwefelsäure in kürzester Zeit die Kugeln rotviolett. Die Färbung der Kugeln tritt viel früher ein als die des Kernes. — Eine sehr verdünnte wässerige Lösung von Methylenblau färbt sie in gleicher Weise in der lebenden Zelle, scheinbar ohne daß die Zelle durch den Farbstoff geschädigt würde. — Bismarckbraun färbt im Leben die Kugeln braunrötlich, dabei scheint hauptsächlich die Hülle den Farbstoff zu speichern, während das Innere sich schwächer färbt.“ — 1% Osmiumsäure bringt auch nach 24stündiger Einwirkung keine Schwärzung der Kugeln hervor. — In konzentrierter Salpetersäure verschwinden die Kugeln nach ganz kurzer Zeit, in einer 2% Mischung sind sie noch nach 1 Stunde zu erkennen und nur teilweise leicht korrodiert. — In 2% Schwefelsäure sind die meisten nach 1 Stunde noch fast unverändert, in 60% dagegen mehr oder weniger korrodiert. — 0,2% Salzsäure greift bei Verwendung von Alkoholmaterial die Kugeln stark an; nach 1 Stunde erscheinen sie im optischen Durchschnitt als schwach bläuliche Ringe. In konzentrierter Salzsäure nehmen sie bei lebendem Material dies Aussehen in kürzester Zeit an und behalten es auch bei mehrstündigem Verweilen in der Säure. — Kalilauge macht die Kugeln sehr durchsichtig. — In 10% und 20% Sodalösung verschwinden die Kugeln. — 1% Kupfersulfatlösung löst bei Zimmertemperatur die Kugeln in 24 Stunden, sowohl beim lebenden als auch Alkoholmaterial. — Eine kochende 1% Lösung von Kaliumbichromat läßt die Kugeln als Ringe im optischen Durchschnitt zurück. Eine Braunfärbung, die auf Gerbstoff schließen ließe, tritt nicht ein. — Jodtinktur färbt nicht. — Eine Mischung von Alkohol absol und Äther sulfur. löst nicht und beeinträchtigt die Tinktionsfähigkeit nicht. — Millon's Reagens läßt bei Verwendung von Alkoholmaterial die meisten Kugeln in kleine Körnchen oder Krümel zerfallen, andere haben an ihrer Oberfläche ein helles Netzwerk mit dunkeln Zwischenräumen. — In künstlichem Magensaft treten nach 2½ Stunden die ersten Veränderungen ein, schließlich bleibt von den meisten Kugeln nur die Hülle zurück.“

Herr Prof. Meyer hat mit dem Diatomeenvolutin folgende Reaktionen (1904, S. 139/40) angestellt: „Färben mit Methylenblau (1 + 10). (A. Meyer, Practicum. 1903, S. 152.) Nach Eintreten der Intensivfärbung Zusatz von 1% Schwefelsäure. Der Zellinhalt wird entfärbt, nur das Volutin bleibt dunkelblau gefärbt zurück. — Färben mit Methylenblau (1 + 10), nach dem Absaugen des Farbstoffes Zusatz von Jodjodkalium sch (Practicum 1903, S. 152). Das Volutin färbt sich schwärzlich. Bei Zusatz von 5% Sodalösung bleibt die Färbung eine Zeitlang erhalten, bis langsame Lösung eintritt. — Das Volutin löst sich nach kurzem Kochen mit Wasser. — Färbung mit Methylenblau-Schwefelsäure, Behandlung mit Eau de Javelle (frisch bereitet!), dann mit Methylenblau. Beim Entfärben mit 1% Schwefelsäure zeigt sich, daß an Stelle der Volutinkörner jetzt Löcher sind. — Fixieren mit Formol, Zusatz von Methylenblau, dann von Chloralhydrat. Nach völligem Entfärben der Zelle färbt Methylenblau das Volutin wieder. — Mit Methylenblau gefärbte Volutinkugeln werden durch 5% Sodalösung sofort entfärbt. — Millons Reagens färbt nicht, löst aber nach einigen Stunden. Vanillinsalzsäure färbt nicht und löst sehr schnell. — Rutheniumrot (frisch bereitet!) färbt binnen 2 Stunden das Volutin intensiv rot. — 1% Osmiumsäure löst nicht. Das Volutin färbt sich nach der Behandlung schön mit Methylenblau-Schwefelsäure.“

Ich habe mich in den meisten Fällen damit begnügt, das Volutin mittels der charakteristischen Methylenblau-Schwefelsäurereaktion nachzuweisen. Doch kann ich den Ausführungen von Herrn Prof. Meyer (1904, S. 139/40) noch einiges hinzufügen: Das Volutin löst sich leicht auch in kaltem Wasser. Nach dem Zerdrücken der Zelle waren die zahlreichen Volutinkörner von *Cymbella gastroides Kütz.* bei Zimmertemperatur in ca. 15 Minuten gelöst. Millons Reagens löste die mit

Methylenblau-Schwefelsäure behandelten Kugeln von *Amphora ovalis Kütz.* schon in einer Stunde. — Wenn ich zu lebenden Amphorazellen Chloralhydrat hinzufließen ließ, blieben die Kugeln mehrere Minuten unverändert, wurden dann anscheinend hohlkugelig, waren aber nach einer Stunde noch deutlich als Ringe im optischen Durchschnitt sichtbar. — Die Kugeln von *Navicula cuspidata Kütz.* waren in Picrinsäure-Nigrosin (Pfitzer 1883, S. 44) nach 10 Tagen unverändert und deutlich. Konzentrierte wässerige Picrinsäure löste sie weder bei längerem Stehen, noch beim Kochen auf dem Objektträger. Picrinsäure scheint die Volutinkugeln vielmehr zu fixieren, da sie sich nach Picrinsäurebehandlung weder in kaltem noch in kochendem Wasser lösen. Sie stimmen hierin völlig mit dem Hefevolutin überein, das nach meinen Befunden sich nach Picrinsäurebehandlung, längerem Auswaschen mit Wasser und viertelstündigem Kochen normal mit Methylenblau-Schwefelsäure färbt.

VIII. Kapitel. Die Öltropfen.

Schon Pfitzer (1871, S. 34) hat festgestellt, daß Stärke und Zucker als Assimilationsprodukte in der Diatomeenzelle durch Öl vertreten sind. Auch Lauterborn (1896, S. 30) hat auf die weite Verbreitung der Öltropfen bei den Diatomeen hingewiesen. Nach meinen Befunden fehlen sie in der Regel keiner Diatomeenzelle, doch kommen bisweilen auch ölfreie Zellen vor.

Die Öltropfen sind stärker lichtbrechend als Cytoplasma und Zellsaft. Meist sind die Tropfen rund, seltener kommen längliche, nierenförmige oder eckige Gebilde vor. Sie finden sich im Cytoplasma — hier sind die Tröpfchen klein — und im Zellsaft, wo größere Tropfen gespeichert werden. Auch innerhalb der Chromatophoren habe ich Öltropfen nachgewiesen, doch ist diese Art des Vorkommens relativ selten und von mir mit Sicherheit nur bei *Pinnularia nobilis Ehr.*, *Pinnularia viridis Ehr.* und *Navicula radiosa Kütz.* beobachtet worden. Bei manchen Arten kommen Öltropfen in konstanter, für die Art charakteristischer Lage vor, sodaß die Tropfen hier als systematisches Merkmal bei der Artbestimmung dienen können. Derartige Tropfen fehlen keiner normalen Zelle der betreffenden Art. Ich habe konstant auftretende und charakteristisch gelagerte Öltropfen bei *Navicula cuspidata Kütz.* (vergl. Lauterborn, 1896, S. 30), *N. radiosa Kütz.* (vergl. A. Meyer, 1904, S. 140), *N. viridula Kütz.*, *N. cryptocephala Kütz.*, *N. Alpha*, *N. bacilliformis Grun.*, *Caloneis amphisbaena Cleve.*, *Achnanthes minutissima Kütz.*, *Nitzschia commutata Grun.* *Nitzschia thermalis var. stagnorum Rabh.*, *Fragilaria capucina Desm.* beobachtet.

Die Diatomeenzellen enthalten umsomehr Öltropfen, je mehr sie an frischem Wasser, d. h. an Sauerstoff Mangel leiden. Durch Zufuhr von Sauerstoff werden sie in Stand gesetzt, das Fett zu verbrauchen, andernfalls sterben sie ab. Diese Tatsache ist zuerst von Lüders (1862, S. 42) beobachtet und von Pfitzer (1871, S. 34), Lauterborn (1896, S. 30) und Benecke (1900, S. 549) bestätigt worden. Benecke hat auch die Auflösung der Tropfen beobachtet, wenn er „solch verfettete Zellen in neue Kulturtropfen brachte“. Dabei schmelzen nach seinen Angaben die Tropfen nicht vom Rande her, sondern scheinen von mehreren Punkten ihres Innern aus resorbiert zu werden, sodaß zunächst ein Netz aus Öllamellen resultiert, das schließlich auch verschwindet.

Ich habe versucht, die Öltropfen durch veränderte Lebensbedingungen zum Verschwinden zu bringen. Während bei *Navicula cuspidata* die Zahl der Tropfen nach 30stündigem Verweilen im Dunkeln nicht vermindert war, zeigten Zellen, die im Vacuum die gleiche Zeit im Dunkeln zugebracht hatten, eine deutliche Abnahme der Öltropfen an Zahl und Größe; zum Vergleich wurde eine normal in Licht und Luft gewachsene Kontrollkultur benutzt. Dagegen fand in Zellen von *Pinnularia nobilis*, die 35 Tage bei Luftabschluß über Kalilauge zugebracht hatten, eine starke Zunahme der Öltropfen statt. Der Ausfall dieser Versuche gibt keinen Fingerzeig zur Beurteilung der Öltropfen. Bei der Kern-

und Zellteilung scheinen sie keine Rolle zu spielen, denn sie lassen während der Teilung keine Abnahme erkennen, während die Volutinkörner verschwinden.

Zur Prüfung des nun zu beschreibenden Verhaltens der Öltropfen gegen Reagentien wurde in erster Linie *Achnanthes minutissima Kütz.* benutzt, aber auch andere Arten öfters herbeigezogen. Die Öltropfen lösen sich schon bei Zimmertemperatur in absolutem Alkohol, Äther, Chloroform, Benzol, Xylol. Eau de Javelle löst nicht, auch konzentrierte Schwefelsäure nicht. In Schwefelsäure scheinen sie auseinander zu fließen, verhalten sich aber gegen diese sonst anders als typische fette Öle. Sie bleiben farblos, während feine Tröpfchen von Ricinusöl und Olivenöl in Schwefelsäure gelbbraun werden. In verdünnter wässeriger Lösung von $Fe\,Cl_3$ bleiben sie unverändert. Durch 5stündiges Kochen im Wasserbade werden sie nicht angegriffen, haben auch ihre Tinktionsfähigkeit nicht eingebüßt. In 30% Natronlauge werden die vorher runden Tropfen nach ca. 3 Stunden eckig, nehmen langsam an Grösse ab und sind nach 5 Stunden nicht mehr zu sehen. Ob sie aber gelöst werden, bleibt fraglich. Die Öltropfen werden durch 1% Osmiumsäure in kurzer Zeit braunschwarz gefärbt. Sudan III (A. Meyer, Praktikum 1903, S. 152) färbt sie rot, Naphtolblau (Dimethylparaphenylendiamin und α Naphtol) färbt stahlblau (vergl. A. Meyer, Naphtolblau als Reagens auf Bakterienfett, 1903). Ob die Öltropfen wirklich nur aus Fett bestehen, wie Pfitzer (1871, S. 33), Lauterborn (1896, S. 30) und Benecke (1900, S. 549) aus ihrem Verhalten gegen Osmiumsäure ohne Weiteres schließen, ist nicht sicher. Denn sie geben weder mit Kali- noch mit Natronlauge deutliche Seifen.

Da Mereschkowsky (1903, b. S. 77) Öltropfen und „Elaeoplasten“ gleichstellt, will ich diese auch hier erwähnen. Er teilt die Elaeoplasten nach ihrem Auftreten und ihrer Lage folgendermaßen ein (l. c. S. 81): Sparsioplasten, veränderlich in Zahl und Lage, und Stabiloplasten nach Zahl und Lage bestimmt. Bei diesen unterscheidet er Placoplasten, den Chromatophoren anliegend, und Libroplasten, frei längs der Mittellinie der Zelle. Während nach seinen Angaben die Elaeoplasten gewöhnlich farblos sind, beschreibt er auch gefärbte (l. c.), d. h. solche, die mit einer dünnen Schicht Chromatophorensubstanz überzogen sind oder ganz im Innern der Chromatophoren liegen. Abgesehen davon, daß der Ausdruck gefärbte Elaeoplasten in diesem Falle nicht bezeichnend ist, ist auch seine Angabe nicht zu verwerten, da er keine Reaktionen angestellt hat, die Natur der „Elaeoplasten“ also unbekannt bleibt. Es ist überhaupt nicht bestimmt, ob die Elaeoplasten, die Mereschkowsky bei vielen Arten gefunden hat, Öltropfen gewesen sind. Er selbst sagt (l. c. S. 81), daß den verschiedenen Elaeoplasten wahrscheinlich ganz verschiedene physiologische Rollen zuzuschreiben seien. In manchen Fällen sind die von ihm beschriebenen Elaeoplasten bestimmt Öltropfen (z. B. bei *Cdoneis amphisbaena Cleve.*), in anderen Fällen sicher keine solchen, sondern Volutinkugeln (z. B. bei *Navicula cuspidata Kütz.*). Er sagt ferner (l. c. S. 83), daß die Libroplasten keine einfachen Öltropfen, sondern Organe seien, da sie amöboide Bewegungen ausführten, was auf protoplasmatische Grundlage schließen ließe. Dieser letzten Anschauung muß ich auf Grund meiner Untersuchungen entschieden widersprechen, da die wirklichen Öltropfen, auch wenn sie im Leben bisweilen gewisse Gestaltsveränderungen erkennen lassen, sich in den genannten Lösungsmitteln ohne Rückstand auflösen. Es dürfte auch außerdem nicht zweckdienlich sein, daß man stofflich und physiologisch verschiedene Gebilde unter einem Namen zusammenfaßt. Wakker (1888, S. 475) bezeichnete als Elaioplasten oder Ölbildner Inhaltskörper der Protoplasten, die er in der Epidermis junger Blätter und in oberflächlichen Zellen junger Stengel und Wurzeln von *Vanilla planifolia* fand. Diese bestehen nach seinen Angaben aus einem plasmatischen Stroma mit eingelagertem Öl. Aus den angeführten Gründen erscheint es nicht angebracht, mit Mereschkowsky so verschiedenartige Gebilde, die den Elaioplasten der Angiospermen nicht gleich sind, als Elaioplasten zu bezeichnen.

IX. Kapitel. Die Pyrenoide.

a. Die Diatomeenpyrenoide und die „sphaeroidischen Körper" der Epithemien.

Die Chromatophoren zahlreicher Diatomeenarten enthalten ständige Einschlüsse, für die Schmitz (1882, S. 37) den Namen Pyrenoide (= Kerne der Chromatophoren) eingeführt hat. Diese Gebilde sind farblos und homogen, treten aber durch stärkere Lichtbrechung hervor. Doch ist der Grad der Lichtbrechung sehr verschieden. In der Regel ist in der lebenden Zelle keine scharfe Grenze zwischen Pyrenoid und Chromatophorensubstanz wahrzunehmen. Ein Zusatz von verdünntem Chloralhydrat läßt die Pyrenoide deutlicher hervortreten, während konzentriertes sie löst. Die Härtungsmittel des Protoplasten wie Alkohol, Pikrinsäure, Sublimat etc. fixieren die Pyrenoide mehr oder weniger gut und lassen sie etwas schärfer hervortreten. Am deutlichsten treten die Pyrenoide nach Einwirkung von geeigneten Farbstoffen auf gut fixiertes Material hervor. Zur Färbung verwandte Schmitz (1882, S. 55) Haematoxylin, während Lauterborn (1896, S. 29) alkoholische Safraninlösung empfiehlt. Lauterborn erwähnt, daß er nach Chrom-osmium-essigsäurefixierung bei *Cymbella* mit Haematoxylin Delafield niemals eine Färbung der Pyrenoide habe erzielen können. Mitrophanow (1898, S. 302) hat nach Sublimatfixierung mit der Rubinmischung (Orange und Methylgrün) gefärbt, Karsten (1899, S. 172) hat wässerige Eosinlösung benutzt. Ich habe zur Färbung der Pyrenoide meistens Safraninlösung verwandt (1 gr Safranin, 50 ccm Alkohol absol., 50 ccm Wasser, Spur Anilinwasser) und damit recht gute Erfolge erzielt. Doch habe ich den Farbstoff sehr lange (bis zu einer Woche) einwirken lassen, weil sonst die Färbung nicht intensiv genug wird. Das Pyrenoid erscheint in gut gelungenen Safraninpräparaten schön rot und hebt sich scharf von der blaß-rosa gefärbten Chromatophorensubstanz ab. Entgegen den Angaben Lauterborns habe ich gefunden, daß nach Chrom-osmium-essigsäurefixierung die zahlreichen Pyrenoide von *Gyrosigma attenuatum* nach Anwendung von Haematoxylin Del. deutlich hervortreten, wenn auch schwächer gefärbt als die chromatischen Bestandteile des Zellkerns. In Pfitzers Pikrinsäure-Nigrosin erscheinen die Pyrenoide nach einigen Tagen schön stahlblau gefärbt.

Die Pyrenoide der verschiedenen Diatomeenarten sind sehr verschiedenartig gestaltet. In den meisten Fällen sind sie flach eiförmig oder haben die Form einer bikonvexen oder plankonvexen Linse. Daneben kommen zylindrische, halbzylindrische, spindelförmige, gerundet keilförmige, flach tafelförmige und flach rhombische Pyrenoide vor. Flach eiförmige finden sich bei *Surirella* (Schmitz, 1884, S. 129, Lauterborn, 1896, S. 29), *Pleurosigma* (Karsten, 1899, S. 79—84) und zahlreichen Formen mit körnigen Chromatophoren (Karsten, 1899), linsenförmige bei *Pinnularia, Stauroneis, Pleurostauron, Synedra, Fragilaria, Nitzschia.* Ein kugelförmiges Pyrenoid kommt nach Lauterborn (1896, S. 29) bei *Cymbella cuspidata* vor. Zylindrische Pyrenoide habe ich bei *Hantzschia* und *Cymbella naviculiformis* beobachtet. Die übrigen *Cymbella*-Arten besitzen meist langgestreckte Pyrenoide, die etwa die Form eines halbierten Zylinders haben. Schmitz (1884, S. 40) beschreibt für *Striatella unipunctata* gerundet keilförmige Pyrenoide, die oft mit ihrem breiten Ende zusammenhängen und Rosetten bilden; auch Karsten (1899, S. 29—31) hat ähnliche Verhältnisse bei andern *Tabellarieen* gefunden. *Gyrosigma* hat spindelförmige, *Anomoeoneis* hantelförmige Pyrenoide, während diejenigen von *Encyonema* flach tafelförmig sind. Flach rhombische Pyrenoide habe ich bei *Surirella* aufgefunden. Abgesehen von den zuletzt erwähnten, die nur gerade Kanten haben, weisen die Diatomeenpyrenoide stets mehr oder weniger gekrümmte Kanten und Flächen auf.

Die Pyrenoide liegen stets innerhalb der Chromatophoren, was schon Schmitz (1884, S. 129) betont hat. Das Chromatophor ist an dieser Stelle meistens verdickt und häufig von der Zellmembran abgebogen. Doch sind neuerdings einige von der obigen Regel abweichende Fälle beschrieben worden. Mereschkowsky (1903, b, S. 78—80) hat bei *Achnanthidium subsessile, Achnanthidium species?* und

Clevia tuscula beobachtet, daß bisweilen die Pyrenoide ganz oder teilweise aus der Chromatophorensubstanz hervortreten und als farblose Körper erscheinen. Da diese Untersuchungen aber nur an lebendem Material gemacht worden sind, ist es nicht sicher, ob die Pyrenoide wirklich aus dem Chromatophor herausragten, oder ob sie noch mit einer sehr dünnen Schicht von Chromatophorensubstanz überzogen waren. Eine solche dünne Schicht würde sich im Leben natürlich der Beobachtung entziehen. Ganz ähnliche Fälle hat A. Meyer (1895, S. 163, 166, Tafel IV, Fig. L, M, N, Z) für Stärkekörner beschrieben, die scheinbar teilweise aus den Chloroplasten hervortraten, in Wirklichkeit aber mit einer dünnen Schicht Chromatophorensubstanz überzogen waren. Durch geeignete Färbung konnte er die dünne Schicht stets sichtbar machen. Die Angaben Mereschkowskys bedürfen danach noch einer genaueren Prüfung.

Die Vermehrung der Pyrenoide erfolgt bei Diatomeen anscheinend nur durch Teilung, da bisher Anhaltspunkte für die Möglichkeit einer Neubildung nicht gefunden worden sind. Die Teilung ist zuerst von Schmitz (1882, S. 62) bei *Achnanthes longipes* und *Licmophora flabellata* beobachtet worden. Nach seinen Angaben streckt sich das bisher kugelige Pyrenoid zu länglicher Gestalt und schnürt sich in der Mitte quer durch, ohne daß während dieses Vorganges im Leben besondere innere Struktureigentümlichkeiten sichtbar würden. Mitrophanow hat bei *Striatella unipunctata* eine Teilung der Pyrenoide beobachtet. Er sagt (1898, S. 304): „Vor dem Zerfallen der Chromatophoren in einzelne Teile zerfallen auch die Pyrenoide in Körnchen.“ Auch Karsten (1899, S. 29—31) hat bei *Grammatophora, Striatella* und *Rhabdonema* eine Teilung der Pyrenoide festgestellt. Doch geht aus seinen Angaben nicht hervor, ob diese vor der Chromatophorenteilung oder gleichzeitig mit ihr erfolgt. Ich selbst konnte leider den Teilungsvorgang bei pyrenoidführenden Chromatophoren nie direkt verfolgen. Dagegen habe ich häufig gesehen, daß in eben fertig geteilten Chromatophoren jedes eine Pyrenoidhälfte enthielt. Anhaltspunkte für das Vorkommen einer Neubildung habe ich nie gefunden.

Dagegen scheint ein Schwinden der Pyrenoide infolge äußerer Einflüsse möglich zu sein. Mereschkowsky (1903, b. S. 80/81) fand bei *Pinnularia stauroptera,* daß die Pyrenoide nach ein paar Tagen Kultur verschwanden. Auch bei *Pinnularia mesolepta* können nach seinen Angaben (l. c.) die Pyrenoide unter nicht ganz normalen Verhältnissen an Größe abnehmen oder ganz verloren gehen. Ganz ähnliche Fälle habe ich bei *Pinnularia gibba, P. mesolepta, Synedra splendens, Fragilaria capucina* beobachtet. Während in frisch gesammeltem Material die Zellen stets Pyrenoide enthalten, sind diese in länger kultivierten Zellen nicht zu sehen. Doch lasse ich es dahingestellt, ob in diesen Fällen die Pyrenoide wirklich geschwunden waren, oder ob ihre Lichtbrechung so stark vermindert war, daß sie im lebenden Chromatophor nicht mehr hervortraten.

Anschließend an die Pyrenoide will ich die Gebilde behandeln, die bereits von Pfitzer (1871, S. 83) für verschiedene *Epithemien* beschrieben und von Klebahn (1896, S. 615) als Pyrenoide bezeichnet worden sind. Den Angaben Pfitzers (1871, S. 83) entnehme ich Folgendes: „Es finden sich stets einige, meist zwei, sphaeroidische, stärker lichtbrechende Körper, welche, wie Behandlung mit Überosmiumsäure lehrt, keine Fetttropfen, sondern plasmatische Bildungen sind. Sie vermehren sich deutlich durch Teilung, indem sie sich, meistens in einer, dem längsten Durchmesser der Zelle parallelen, Richtung verlängern und einschnüren.“ Klebahn (1896, S. 613) bestätigt die Angaben Pfitzers und fügt ihnen noch hinzu: „Die sphaeroidischen Körper nehmen mit Haematoxylin eine mehr oder weniger intensive Färbung an; häufig färben sie sich intensiver als der Zellkern. Gewöhnlich erscheinen sie fast homogen, mitunter ist eine körnige, aber unregelmäßige Struktur in ihnen bemerkbar. Bemerkenswert ist, daß sie stets in der Nähe des Zellkerns liegen, doch sind nähere Beziehungen zu den Kernen nicht nachweisbar. Dagegen dürften Beziehungen zu den Chromatophoren vorhanden sein; wenigstens steht ihre Umhüllung, die in den gefärbten Präparaten durch einen hellen Saum von ihnen getrennt ist, stets mit den Chromatophoren in Verbindung. In ihrem gesamten Verhalten zeigen diese Körper eine Reihe von Übereinstimmungen mit den Pyrenoiden der *Chloro-*

phyceen. Nur darin unterscheiden sie sich von denselben, daß sie nicht vollständig innerhalb der Chromatophoren liegen." Nach meinen Untersuchungen kann ich die Angaben von Pfitzer und Klebahn im Wesentlichen bestätigen. Nur von den Beziehungen zu den Chromatophoren (Klebahn, S. 614) konnte ich nichts bemerken. Ich habe die fraglichen Gebilde bei *Epithemia turgida, E. ventricosa, Rhopalodia gibba* beobachtet. Bei der ersteren kommen bis zu acht in einer Zelle vor, gewöhnlich sind es zwei. Die sphaeroidischen Körper färben sich mit Methylenblau (1 + 10) rein blau, 1% Schwefelsäure entfärbt sie erst nach einer halben Stunde völlig. Haematoxylin Del. färbt sie stark, Safranin schwächer. Läßt man zu lebenden Zellen konzentriertes Chloralhydrat hinzufließen, so bleiben sie erhalten, zeigen zuerst einen unregelmäßig geformten Kern, der von einer Hülle umgeben ist, und werden dann im Innern homogen. Die Hülle bleibt aber auch nach längerer Einwirkung erhalten. Die Pyrenoide verschwinden dagegen bei Zusatz von konzentriertem Chloralhydrat in kürzester Zeit. Es erscheint mir deshalb sehr fraglich, ob wir berechtigt sind, die sphaeroidischen Körper Pyrenoide zu nennen, da sie weder in ihrem Verhalten gegen Farbstoffe, noch gegen Chloralhydrat mit den typischen Diatomeenpyrenoiden übereinstimmen. Auch der Umstand, daß sie stets außerhalb der Chromatophoren liegen, spricht gegen ihre Pyrenoidnatur. Die Bedeutung dieser Gebilde im Leben der Zelle bleibt völlig dunkel. Ihr Vorkommen scheint auf die *Epithemien* beschränkt zu sein.

b. Allgemeines über Pyrenoide.

Nach Schmitz (1882, S. 46/47) stellen die Pyrenoide farblose kugelige Körper aus dichter, meist ziemlich stark lichtbrechender Substanz dar, die im Leben vollständig homogen erscheint. Die Pyrenoide sind nach ihm den Chromatophoren eingelagert, wie die Nucleolen der Grundmasse des Zellkerns (l. c., S. 37). Schmitz (1884, S. 142) betrachtet die Pyrenoide als Teile der lebenden Chromatophoren, die mit der Grundsubstanz der umgebenden Chromatophorenabschnitte durchaus übereinstimmen, und in denen die spezifische Pyrenoidsubstanz als Arbeitsmaterial zeitweise angehäuft ist. Dabei hält er es für möglich, daß die Pyrenoidsubstanz gelegentlich bedeutend überwiege und dann ihrem Kristallisationsstreben folge und sich zu einem Kristall (resp. Kristalloid) forme. A. Meyer (1883, S. 493) vergleicht die Pyrenoide von *Spirogyra* und die Kristalloide, die er bei *Phajus* und anderen *Monocotylen* gefunden hat. Er vermutet, daß beide homolog seien, dafür spreche der analoge Ort des Vorkommens und die physikalische und chemische Übereinstimmung beider Gebilde. Nach Schimper (1885, S. 77) sind die Pyrenoide bei *Bryopsis* und anderen *Chlorophyceen* jedenfalls Kristalle, wenigstens haben sie die Form solcher. Eckige Pyrenoide sind ferner von Klebs (1891, S. 793) bei *Hydrodictyon* und Klebahn (1892, S. 242) bei *Oedogonium Boscii* gefunden worden. Dagegen erklärt sich Klebahn (1891, S. 437) auf Grund seiner Befunde bei *Cosmarium* entschieden gegen die Auffassung der Pyrenoide als Kristalle. Bei den Diatomeen haben die Pyrenoide nach meinen Untersuchungen fast immer abgerundete Form, nur bei *Surirella* kommen eckige vor. Der Streit über die Kristallnatur der Pyrenoide wird anscheinend gegenstandslos durch die Angaben Hieronymus' (1892, S. 359—64). Danach lassen die Pyrenoide bei *Dicranochaete reniformis* stets einen von mehr oder weniger geraden Linien begrenzten Kern — ein Eiweiß-Kristalloid — und eine dasselbe umgebende Hülle unterscheiden. Das Kristalloid ist nach seiner Ansicht als aufgespeicherter Reservestoff, die Hülle als das Organ aufzufassen, das den Reservestoff bildet oder doch kondensiert. Es ist demnach noch zu untersuchen, ob in den oben angeführten Fällen die Pyrenoide tatsächlich Kristalle sind, oder ob diese Kristalle dem eigentlichen Pyrenoid eingelagert sind. Die von mir bei *Surirella* aufgefundenen eckigen Pyrenoide lassen keine Unterscheidung von Kristalloid und Hülle erkennen. Herr Professor Meyer meint ebenfalls, daß das Pyrenoid vielleicht aus einem alloplasmatischen Teil des Chromatophors bestehe, den man „Pyrenoplast" nennen könne, und dem die ergastische

Pyrenoidsubstanz, die häufig als Kristalloid ausgebildet wird, eingelagert sei. Doch ist nach den vorliegenden Angaben der verschiedenen Autoren die Richtigkeit dieser Annahme noch nicht zu entscheiden, und es können in dem angedeuteten Sinne vorgenommene genauere Untersuchungen erst eine Entscheidung bringen.

Das Verhalten der Pyrenoide in physikalischer und chemischer Beziehung ist in mancher Hinsicht charakteristisch. Bei *Spirogyra* und anderen Grünalgen koagulieren sie durch Einwirkung von Wasser zu unregelmäßigen Klumpen (Schmitz, 1882, S. 47). Dagegen quellen nach Schmitz, (l. c. S. 52/53) die Pyrenoide der *Bangiaceen, Nemalieen* und marinen *Diatomeen* in süßem Wasser, Alkohol oder verdünnter Essigsäure auf und werden schließlich gelöst. Nach Hieronymus (1892, S. 361) lösen sich die Kristalloide von *Dicranochaete* leicht in kochendem Wasser, Essigsäure, Kalilauge, Kochsalzlösung und Salzsäure. Beim Töten der Zelle mit verdünntem Chloralhydrat ballen sich nach Schmitz (1882, S. 54) die Pyrenoide der *Chlorophyceen* zu besonders dichten Körpern zusammen, während konzentriertes sie löst. Nach Hieronymus (l. c.) zeigen die Kristalloide von *Dicranochaete* gegen Chloralhydrat das gleiche Verhalten. Schmitz (1882, S. 52) gibt an, daß die Härtungsmittel des Protoplasmas wie Alkohol, Pikrinsäure etc. die Pyrenoide mehr oder weniger unverändert erhärten. Durch die Härtung wird ihre Löslichkeit in den genannten Reagentien vermindert. So sind die in Alkohol gehärteten Kristalloide von *Dicranochaete* nach Hieronymus (1892, S. 361) unlöslich in konzentriertem Chloralhydrat. Doch lösen sich nach A. Meyer (1883, S. 493) die Pyrenoide von *Spirogyra* nach Härtung mit Alkohol in kalter Kalilauge (1 + 10) und auch nach Pikrinsäurehärtung noch in konzentriertem Chloralhydrat und in Eisessig. Dagegen macht 10% Sublimatalkohol sowohl die Pyrenoide von *Spirogyra* (A. Meyer, l. c.) als auch die Kristalloide von *Dicranochaete* (Hieronymus, 1892, S. 361) unlöslich in Kalilauge. Nach A. Meyer (1883, S. 493) sind die Pyrenoide von *Spirogyra* auch ohne Härtung unlöslich in Kochsalzlösung (1 + 10) und Sodalösung (1 + 20).

Nach Schmitz (1882, S. 54/55) werden die gehärteten Pyrenoide fast ausnahmslos durch diejenigen organischen Farbstoffe, die die Chromatinkörper der Zellkerne färben (Haematoxylin, Karmin etc.) sehr leicht und intensiv gefärbt und verhalten sich gegen diese Färbungsmittel überhaupt ganz analog wie die Chromatinkörper der Zellkerne. Er schließt daraus, daß die Substanz der Pyrenoide ihrer chemischen Natur nach der Substanz der Chromatinkörper (resp. der Nucleolen) sehr nahe stehe. Dieser Ansicht widerspricht Schimper (1885, S. 82) aufs Entschiedenste. Nach seinen Angaben (l. c.) werden nur diejenigen Farbstoffe von den Pyrenoiden aufgenommen, die auch das Stroma und das Cytoplasma, wenn auch meist schwächer, tingieren. Nach Schimper (l. c.) färbt Gentianaviolett die Pyrenoide intensiv, während Haematoxylin und namentlich Karmin meist nur schwache Wirkung haben. Doch scheint Haematoxylin die Pyrenoide der verschiedenen Algen relativ gut zu färben, da es außer von Schmitz auch von Klebs (1891, S. 795), Klebahn (1892, S. 242) und Chmielewsky (1904, S. 20) mit Erfolg angewandt worden ist. (Über das Verhalten der Diatomeenpyrenoide gegenüber Haematoxylin siehe oben.) Außerdem färben nach A. Meyer (1883, S. 493) Alauncochenille, Nigrosinpikrinsäure und auch Blutlaugensalz und Eisenchlorid, nach Klebs (1891, S. 795) Boraxkarmin (Grenacher), sehr intensiv auch Säurefuchsin und Anilinwasser (1896, S. 224), nach Chmielewsky (1904, S. 20) Dahlia (Hoffmanns Violett) und Eisenvitriol nach Fixierung mit rotem Blutlaugensalz und Essigsäure. Hieronymus (1892, S 360) hat bei *Dicranochaete* eine getrennte Färbung von Kristalloid und Hülle erzielt. Die Kristalloide färben sich nach seinen Angaben (l. c.) besonders mit Safranin und Fuchsin, aber auch mit Methylgrün, Haematein-Ammoniak, Picronigrosin, Essigsäure-Karmin, wässerigem Congorot. Die Hülle färbt sich besonders intensiv mit Haematein-Ammoniak, ferner mit Karmin in ammoniakalischer Lösung oder Alkannatinctur (l. c. S. 363). Weniger intensiv färben Picronigrosin, Methylgrün und andere Anilinfarbstoffe; Safranin färbt die Hülle fast gar nicht. Mit Safranin und Haematein-Ammoniak hat Hieronymus (l. c. S. 363) schöne Doppelfärbungen von Kristalloid und Hülle erzielt.

Die Vermehrung der Pyrenoide erfolgt nach den Angaben der verschiedenen Autoren auf zweierlei Weise, durch Teilung und durch Neubildung. Nach Schmitz (1882, S. 61/62) kommt die

Teilung der Pyrenoide vor bei *Bangiaceen*, *Nemalieen* und *Diatomeen*. Klebahn (1891, S. 437) hat die Teilung für *Cosmarium*, Chmielewsky für *Zygnema* (1896, S. 278) und *Spirogyra* (1904), Karsten (1899, S. 29/30) für die *Tabellarieen* beschrieben. Doch geht aus den Angaben der genannten Autoren nicht hervor, ob sie den Teilungsvorgang selbst im Leben beobachtet haben. Der gleiche Umstand verleiht auch einem Teil der Angaben über die Vermehrung der Pyrenoide durch Neubildung nur bedingten Wert. Diese geht nach den Angaben von Schmitz (1882, S. 63/64) derart vor sich, daß in ziemlicher Entfernung vom alten Pyrenoid zuerst ganz kleine, kugelige Körner auftreten, die allmählich an Größe zunehmen. Eine derartige Neubildung beschreibt Schmitz (l. c.) für *Nemalion multifidum* und *Helminthocladia purpurea*, Schimper (1885, S. 79) für *Bryopsis plumosa*, Klebahn (1891, S. 426) für *Cosmarium*. Eine Neubildung von Pyrenoiden findet auch bei der Schwärmsporenbildung mancher Algen statt. Nach Klebs (1891, S. 825) treten bei der Zoosporenbildung von *Hydrodictyon utriculatum* Pyrenoide, die vorher verschwunden sind, plötzlich wieder auf, und jede Zoospore erhält ein solches. Dagegen treten bei *Dicranochaete* nach Hieronymus (1892, S. 360) erst in den eben gebildeten Schwärmsporen Pyrenoide neu auf.

Die Pyrenoide scheinen in gewisser Beziehung von äußeren Faktoren abhängig zu sein. So sind nach Klebs (1891, S. 794) die Pyrenoide von *Hydrodictyon* in Nährsalzkulturen durchschnittlich etwas umfangreicher als sonst, während sie bei längerem Aufenthalt im Dunkeln bis zu kaum sichtbaren kleinen Pünktchen zusammenschmelzen. In gleicher Weise haben Schmitz (1882, S. 51, Anmerk.) bei *Euglena viridis* und A. Meyer (1883, S. 494) bei *Spirogyra* eine starke Abnahme der Pyrenoidgröße in ausgehungerten Zellen beobachtet. Nach Chmielewsky (1902, Bot. Centralbl. 1902, II. S. 317) nehmen die Pyrenoide von *Zygnema* unter dem Einfluß erhöhter Dissimilation (bei hohen Temperaturen), bei Gegenwart von viel Nitraten im Nährsubstrat und bei Kultur unter Kohlensäure-Ausschluß erheblich an Größe ab. Während es in den genannten Fällen nie zum völligen Schwinden der Pyrenoide kommt, findet dies in den folgenden regelmäßig statt. Nach Ernst (1904, S. 517) verschwinden die Pyrenoide von *Derbesia* vollständig, wenn die Kultur schlecht beleuchtet wird, treten aber bei heller Beleuchtung wieder auf. Hieronymus (1892, S. 360) gibt an, daß bei *Dicranochaete* häufig die großen Pyrenoide verschwinden und statt dessen an anderen Stellen des Chromatophors eine Anzahl kleiner, anscheinend aus dem Material der gelösten, gebildet werden. Nach Klebs (1896, S. 224) enthalten die Chromatophoren junger *Botrydium*-Pflanzen je ein großes Pyrenoid, das bei älteren fehlt, doch hat Klebs den Zeitpunkt des Verschwindens nicht festgestellt. Ein Schwinden der Pyrenoide tritt ferner ein bei der Vermehrung bezw. vor der Zoosporenbildung mancher Algen. Klebs (1891, S. 825) hat diesen Vorgang bei *Hydrodictyon* direkt im Leben verfolgen können, und Hieronymus (1892, S. 360) hat bei *Dicranochaete*, Chmielewsky (1904, S. 49) bei *Chlorococcum infusionum* das Verschwinden der Pyrenoide in diesen Fällen beobachtet.

Über die Bedeutung der Pyrenoide im Leben der Zelle gehen die Ansichten der Autoren auseinander. Der lokale Zusammenhang zwischen Pyrenoiden und Stärkekörnern in den Stärkeherden führt Schmitz (1884, S. 144/45) zu der Annahme, daß die Pyrenoide an der Bildung der Stärke einen wesentlichen Anteil nähmen, daß die Pyrenoidsubstanz zur Bildung der Stärke von den Chromatophoren verwendet werde. Schimper (1885, S. 86) schließt sich der Ansicht von Schmitz vollständig an. Doch haben beide Autoren keine Beweise für die Richtigkeit ihrer Annahme erbracht. Gegen dieselbe spricht aber einerseits die Tatsache, daß häufig Stärke in größerer Entfernung von den Pyrenoiden gebildet wird, andererseits ist es unwahrscheinlich, daß die Eiweißstoffe zur Bildung von Kohlehydraten verwendet werden. Herr Professor Meyer bemerkt hierzu noch folgendes: Es ist vom physiologischen und chemischen Standpunkt aus eher anzunehmen, daß die Stärkebildung in der Umgebung der Pyrenoide deshalb am stärksten ist, weil es vorteilhaft ist, daß die Pyrenoplasten immer Kohlehydrate zur Bildung der Eiweißstoffe zur Hand haben. Selbstverständlich sei diese Annahme nicht bewiesen. Hieronymus (1892, S. 364) vermutet, daß der Zusammenhang zwischen Stärke und Pyrenoid nur ein lokaler sei und den Grund habe, daß die gleichen Zwecken dienenden

Substanzen (Reservestoffe) möglichst an derselben Stelle abgelagert werden. Karsten sucht die Bedeutung der Pyrenoide an anderer Stelle. Nach seinen Angaben (1899, S. 30) wird bei *Rhabdonema* und *Grammatophora* kein Stückchen des Chromatophors abgeschnitten, ohne von dem gemeinsamen Pyrenoid einen Anteil mitzuerhalten. Daraus schließt er (l. c., S. 146), daß „die eigenartigen Centralpyrenoide der *Tabellarieen* den einzigen zur Reorganisation befähigten Teil der Chromatophoren darstellen". Doch darf dieser Schluß nicht verallgemeinert werden, da sich bei andern Formen die Chromatophoren ohne Zutun der Pyrenoide teilen können. Es besteht also zwischen Pyrenoiden und Chromatophoren wohl keine solche Abhängigkeit, wie zwischen Zellkern und Cytoplasma, auch bei *Tabellarieen* nicht, da sie bei anderen Diatomeen sicher nicht besteht.

Die Verschiedenheit in der Auffassung der Pyrenoide erklärt sich wohl zum Teil aus dem verschiedenartigen Verhalten der Pyrenoide bei verschiedenen Algen. In der Tat spricht einerseits das Vorkommen einer Teilung dafür, daß die Pyrenoide Teile des Protoplasten sind, andererseits deutet die Neubildung und das Schwinden darauf hin, daß sie nur Reservestoffe darstellen. Wenn aber künftige Untersuchungen die oben dargelegte Vermutung von Herrn Professor Meyer bestätigen, wenn tatsächlich ein solcher Pyrenoplast vorhanden ist, so ist dieser als Reservestoff bildendes (oder speicherndes) Organ aufzufassen. Eine andere Frage harrt noch der Beantwortung: Warum brauchen manche Algen Pyrenoide, die bei anderen, nah verwandten Formen, die anscheinend ebensogut vegetieren können, fehlen?

b. Ausscheidungen des Protoplasten.

X. Kapitel. Die Zellmembran.

Die Zellmembran der Diatomeen ist durch zwei charakteristische Eigentümlichkeiten, die starke Verkieselung und die Zweischaligkeit ausgezeichnet. Den ersten Punkt betreffend sagt Pfitzer (1882, S. 410): „Die Membran ist kein bloßer Kieselpanzer, sondern ihre Grundlage ist eine organische Substanz, in die eine nicht bekannte Siliciumverbindung eingelagert ist. Diese hinterläßt beim Glühen Kieselsäure. Man kann sie durch Flußsäure entfernen und behält dann eine biegsame Haut zurück, die aus einer Cellulosemodifikation besteht. Mit Jod färbt sich die organische Grundlage auch nach Einwirkung von Schwefelsäure, Kalilauge, Salpetersäure, Kaliumchlorat nur gelb, nicht blau. Die Siliciumverbindung durchdringt die Zellmembran vollständig. Ihr Brechungsindex ist 1,434, was etwa mit dem amorphen Hyalin übereinstimmt."

Bereits Ehrenberg (1830) hat festgestellt (cit. nach Pfitzer, 1871, S. 12), daß die Membran aus zwei Teilen besteht, die wie die beiden Teile einer Pillenschachtel ineinandergeschoben sind. Pfitzer (1871, S. 153 ff.) hat durch eingehende Untersuchungen die Zweischaligkeit und die daraus folgende eigentümliche Art der Zellteilung als sicher nachgewiesen. Nach ihm hat sich außer Hallier (1880, S. 11, 12, 19) niemand gefunden, der diese Tatsache geleugnet hätte.

Jede Zellhälfte besteht aus zwei Teilen, der flachen oft etwas gewölbten „Schale" (Pfitzer, 1871, S. 8) und dem ringförmigen „Gürtelband" (Pfitzer, l. c., S. 10), das senkrecht zur Schalenebene orientiert ist. Gürtelband und Schale sind fest miteinander verbunden, während die Gürtelbänder ineinander verschiebbar sind. Zwischen Schale und Gürtelband sind bei manchen Gattungen „Zwischenbänder" (Copulae) (Otto Müller, 1895, S. 223) eingeschaltet, die meist „Quersepten" (Pfitzer, 1871, S. 122) tragen. Die Zwischenbänder sind einerseits mit der Schale, andererseits mit dem Gürtelband fest verbunden, so daß Schale, Zwischenband und Gürtelband ein einheitliches Membranstück bilden (Schütt, 1896, S. 39). Septen sind leistenförmige Vorsprünge des Zwischenbandes, die ins Innere der Zelle ragen. Sie sind der Ebene der Schalen meist parallel. Die Septen besitzen entweder eine große zentrale, oder mehrere kleine Unterbrechungen, die „Fenster" (Schütt, 1896, S. 39).

Otto Müller (1895, S. 223) nennt die übergreifende Membranhälfte Epitheka, die umschlossene Hypotheka, die Schalen Valvae, die Gürtelbänder Pleurae. Danach besteht die Epitheka aus Epivalva und Epipleura, die Hypotheka aus Hypovalva und Hypopleura. Er unterscheidet drei Achsen: „Die Pervalvarachse (l. c. S. 226) verbindet die Mittelpunkte der beiden Schalen. Die Apicalachse (l. c. S. 227) durchschneidet das Zentrum der Pervalvarachse in der Richtung der Raphe (bezw. der längsten Ausdehnung der Schalen) und durchsetzt die Apices. Die Transapicalachse (l. c. S. 227) ist zur Apicalachse rechtwinklig gerichtet und schneidet die Pervalvarachse im Zentrum.“ Durch die Achsen können drei Ebenen gelegt werden (l. c. S. 228): „Die Valvarebene ist die Ebene, die durch die Apicalachse und die Transapicalachse gelegt wird. Sie fällt mit der Zellteilungsebene zusammen. Apicalebene ist diejenige auf der Valvarebene senkrecht stehende Ebene, die durch die Pervalvarachse und die Apicalachse gelegt wird. Transapicalebene ist die auf den ersten beiden Ebenen senkrecht stehende Ebene, die durch die Pervalvarachse und die Apicalachse gelegt wird.“

Nach Schütt (1896, S. 39/40) besitzt die Zellmembran in der Regel die mannigfaltigsten Verdickungen wie Flügelleisten, Kiele, Dornen, solide und hohle lange Stacheln etc. Seinen Angaben entnehme ich noch folgendes: „Außerdem ist die Membran gezeichnet mit Systemen von Linien, von Punkten, Kreisen, Polygonen. Die Zeichnungen werden erzeugt durch ungleiche zentrifugale, seltener zentripetale Wandverdickungen. Die Membran besteht aus einer sehr feinen Grundlamelle, auf die nach außen leistenförmige Verdickungen aufgesetzt sind, die durch ihre Anordnungen die Zeichnungen hervorbringen. Außer den zentrifugal wachsenden, auf die Außenseite der Membran aufgesetzten, finden sich bisweilen auch nach innen vorspringende Membranleisten, die sich mitunter zu kleinen Kämmerchen verbinden.“ Bei den Formen mit zygomorphem Bau *(Pennatae)* sind als besonders wichtig drei knotenförmige Verdickungen zu erwähnen, die in der Mitte (Centralknoten. Pfitzer, 1871, S. 47) und in der Nähe der beiden Enden (Endknoten. Pfitzer, l. c.) der Innenseite der beiden Schalen aufsitzen. Zwischen den Knoten erstrecken sich die Längslinien, die Otto Müller (1889, S. 170) zusammen als Raphe bezeichnet.

Ich habe den feineren Bau der Zellmembran von *Pinnularia viridis-maior-nobilis* zum Gegenstand eingehender Studien gemacht. Die ersten genaueren Angaben hierüber finden sich bei Pfitzer (1871, S. 49). Dieser sagt: „Die Längslinie ist eine feine Spalte. Diese durchsetzt die Membran mehr oder weniger schräg, oft erscheint ihr Querschnitt auch winkelig gebrochen, je nach der Region, durch die der Schnitt gelegt ist. Die Spalte scheint die Membran vollkommen zu durchbrechen und innen nicht durch eine dünne Lamelle abgeschlossen zu sein; jedenfalls ist ein derartiger Verschluß nicht wahrzunehmen. Für diese Annahme spricht auch die große Trennbarkeit der Schalen längs des Spaltes.“ Schmidt (1872, S. 743) hält die Mittellinie für eine nach innen zu abgeschlossene Furche in der Membran. Floegel (1883) entnimmt aus seinen Schnitten und Collodiumabdrücken, daß die Mittellinie ein Spalt ist, der innen durch eine feine Lamelle abgeschlossen ist. Otto Müller (1889, S. 170) hat einen inneren Verschluß des Raphenspaltes „trotz sorgfältigsten Suchens“ nicht finden können, hält ihn aber für wahrscheinlich. Später scheint er seine Ansicht über diesen Punkt geändert zu haben, denn er bildet (1898, S. 295) einen schematischen *Pinnularia*-Querschnitt ab, bei dem er die Raphe als durchgehenden Spalt darstellt. Über den Verlauf der Raphe sagt er (1889, S. 170) folgendes: „Ein geradliniger rechtwinkliger Verlauf des Spaltes kommt vor, meist aber ist der Querschnitt des Spaltes weniger einfach, seine Richtung vom rechten Winkel abweichend. Die eine Schalenhälfte besitzt stellenweise einen aus drei Schneiden oder Blättern gebildeten Falz. Der Querschnitt des Spaltes durchsetzt die Membran in mehrfachen langgezogenen Windungen, und es ist wohl möglich, daß das Mittelblatt während des Lebens die Mittelebene des Spaltes verschließt. In diesem Fall verblieben zwei Kanäle, von denen einer längs der Außenfläche, der andere längs der Innenfläche der Schale verläuft. An anderen Stellen fehlt die mittlere Schneide, der Querschnitt ist eine einmal gebrochene Linie. Vor den Endknoten fehlen die Blätter ganz, und an den Polen durchsetzt der Spalt die Membran in sehr schiefer Richtung und in seiner Längsebene spiralig gewunden (halbmondförmige Polspalte). Die Raphe tritt aus dem Zentralknoten als Kanal nach außen (l. c. S. 172), der

sich allmählich zu einem Spalt verbreitert und um die Endknoten herum bis zu den Polen zieht. Aber sie tritt auch in die Endknoten wieder als Kanal ein (äußerer Endknotenkanal), welcher nach der Seite der Exzentrizität des Knotens scharf umbiegt und in die Tiefe dringt.“ Lauterborn (1896, S. 12) hat an seinen Schnitten eine innere abschließende Membran „nicht mit Sicherheit“ wahrnehmen können. Er hat den Querschnitt der Raphe als feine, aber deutliche Doppellinie in ununterbrochenem Verlauf von außen nach innen verfolgt. Ebensowenig hat er einen mittleren Verschluß gefunden, hält ihn auch für unwahrscheinlich (l. c., S. 13). Auch hat er beobachtet, daß der Querschnitt der Raphe sehr verschiedenartig gestaltet ist, je nach der Region, aus der der Schnitt stammt (l. c., S. 12; vergl. auch T. I, Fig. 1—7).

Zur Entscheidung der Frage nach einem Verschluß des Spaltes lassen sich nach meinem Dafürhalten Schnitte nicht verwenden, da eine feine Lamelle durch den beim Schneiden ausgeübten Druck leicht zerstört werden könnte. Hierauf hat schon Floegel (1883) das leichte Zerfallen der Schnitte an dieser Stelle zurückgeführt. So lange aber die Möglichkeit einer solchen Zerstörung besteht, ist auf diesem Wege keine sichere Beantwortung der Frage möglich. Sie wird aber ermöglicht durch Vergleich der optischen Erscheinungen an der Raphe mit solchen an Schalenstrukturen von bekanntem Bau. Die weiter unten zu besprechenden Riefenkammern kommunizieren bekanntlich mit dem Zellinnern. Bei der Betrachtung von der Innenseite der Schale erscheint in Styresin die schmale Öffnung der Kammern bei hoher Einstellung dunkel, ebenso erscheint die innerste Kontur des Raphenspaltes. Da sie im optischen Verhalten übereinstimmen, müssen auch beides Öffnungen nach dem Innern der Zelle sein. Für einen durchgehenden Spalt spricht auch der Umstand, daß bisweilen parasitische Pilze der Raphe aufsitzen, die ihre Hyphen in die Zelle hineinsenden, was schon Lauterborn (1896, S. 135) erwähnt hat. Demnach ist die Raphe ein Spalt, der die Membran völlig durchsetzt. Die Angaben, die Pfitzer (1871, S. 50), Floegel (1883), O. Müller (1889, S. 170), Lauterborn (1896, S. 12) über den Verlauf der Raphe gemacht haben, kann ich im Wesentlichen bestätigen. Die zentralen Enden der Raphe sind kolbenartig erweitert.

Zwischen ihnen liegt der Zentralknoten, der nach O. Müller (1889, S. 171/72) folgendermaßen gebaut ist: „Vom Zellinnern aus betrachtet ist der Zentralknoten ein solider abgestumpfter Kegel mit ovalem Querschnitt, dessen Basis der einen Schalenhälfte aufsitzt. Der Knoten steht dadurch exzentrisch. Der in der Mediane gelegene Rand erhebt sich am höchsten und bildet eine nach beiden Seiten schräg abfallende seichte Rinne. An zwei identischen seitlich und am tiefsten gelegenen Punkten der Gipfelfläche führt diese offene Rinne zu zwei Poren, den Eintrittsöffnungen je eines geschlossenen Kanals, welcher den soliden Körper des Knotens in mehreren, zur Schalenfläche teils parallelen, teils schräg oder senkrecht stehenden scharfen Windungen durchbohrt. An der Außenfläche der Schalenmembran biegt der Kanal fast rechtwinklig um und geht als „äußerer Zentralknotenkanal“ in das Spaltensystem der Raphe über. Einen dem Laufe des Kanals an der Außenfläche entsprechenden Arm, den „inneren Zentralknotenkanal“, sendet der Kanal auch längs der Innenfläche der Schalenmembran, indem er sich in der Nähe der Basis des Knotens gabelt. Auch dieser Kanal geht in das Spaltensystem der Raphe über.“

Nach meinen Untersuchungen ist Müllers Beschreibung des Zentralknotens nicht zutreffend. Ein geschlossener Kanal existiert nicht, wenn Müller hierunter eine Röhre versteht, was ich nach seiner Beschreibung annehmen muß. Er hat wahrscheinlich das erweiterte Ende des Raphespaltes für einen Kanal gehalten. Dies steht aber in der ganzen Dicke der Schale mit der Raphe in Verbindung, wovon ich mich speziell bei *Pinnularia nobilis* mit aller Sicherheit überzeugt habe. Der Querschnitt der Raphe ist kurz vor dem Zentralknoten eine einmal gebrochene Linie, es ist demnach ein äußerer (Tafel III, Figur 19, *a sp*) und ein innerer Raphespalt (Tafel III, Figur 19, *i sp*) vorhanden. Während der äußere Raphespalt am Zentralknoten

endigt, setzt sich der innere stark verschmälert durch den seitlich von der Mediane gelegenen Rand der Gipfelfläche des Knotens als schmale, tiefe, gegen das Zellinnere offene Rinne fort. Die beiden Raphehälften stehen somit in direkter Verbindung (Tafel III, Figur 19, 22, *r*). Meine Beschreibung gilt speziell für *Pinnularia nobilis;* bei *P. maior* und *viridis* scheinen die Verhältnisse im wesentlichen die gleichen zu sein, doch kann ich dies nicht mit Bestimmtheit sagen, weil hier die Bilder noch komplizierter sind und ihre Deutung noch schwieriger ist.

Die Endknoten haben einen vom Zentralknoten ganz abweichenden Bau. Hierüber sagt Otto Müller (l. c. S. 172/73): „Der größte Teil des Endknotens ist eine leicht nach außen vorgewölbte Höhlung mit gleichmäßig verdickter Wandung. An der medianen Seite unterhalb der Umbiegung bezw. der Mündung des äußeren Zentralknotenkanals erhebt sich aus deren Wandung ein Körper mit dreieckiger Gipfelfläche, deren Gestaltung Ähnlichkeit mit dem Flügel eines Propellers hat. Die freie Kante dieser Fläche ist unter der Mündung des erwähnten Kanals angeheftet und verläuft in geschwungener Linie quer durch den Binnenraum der Endknotenhöhlung. An der gegenüberliegenden Seite bilden die dort zusammentreffenden Kanten eine sich hoch über die Fläche erhebende leicht spiralig gewundene Falte. Der Mittelteil dieser Fläche ist muldenförmig, sie gleicht einer liegenden Trichterhälfte, deren Basis den inneren Endknotenkanal bildet, welcher in den Innenkanal bezw. die Spalte der Raphe übergeht. In den Endknoten haben daher die aus der Gabelung des Zentralknotenkanals entspringenden Außen- und Innenkanäle ihre besonderen Mündungen. Der Innenkanal mündet als Falte des Trichterkörpers, der Außenkanal auf der entgegengesetzten Seite der Endknotenhöhlung oberhalb der Anheftungsstelle der freien Kante des Trichters."

Die Beschreibung, die O. Müller vom Bau der Endknoten gibt, scheint mir im Wesentlichen zutreffend zu sein. Doch muß ich das Vorhandensein eines äußeren und inneren Endknotenkanals bestreiten. Es ist vielmehr der Raphespalt kurz vor den Endknoten ein einfacher, wie Müller (l. c. S. 170) selbst ganz richtig bemerkt („vor den Endknoten fehlen die Blätter ganz"). Wie kann er dann (l. c. S. 173) sagen: „in den Endknoten haben die aus der Gabelung des Zentralknotenkanals entspringenden Außen- und Innenkanäle und Spalten der Raphe ihre besonderen Mündungen"? Die durch Müller vertretene Auffassung vom Bau des Raphesystems scheint mir im Ganzen von seiner Theorie der Diatomeenbewegung beeinflußt zu sein.

Die Schalen zeigen zu beiden Seiten der Raphe eine große Zahl annähernd paralleler Streifen, die „Riefen" (Pfitzer, 1871, S. 41), die etwa senkrecht zu ihr verlaufen. Die Riefen erreichen die Raphe nicht, sondern lassen längs derselben ein glattes Mittelfeld, das an den Knoten etwas verbreitert ist. Die Riefen sind an ihren Enden abgerundet. Pfitzer (l. c.) hält sie für Einsenkungen der Schalenoberfläche, während sie nach Floegels Schnitten (1883) Kammern im Innern der dicken Zellwand entsprechen, die nach dem Zellinnern zu offen sind. Otto Müller (1889, S. 169) schließt sich der Auffassung Floegels an. Lauterborn (1896, S. 13) bestätigt auf Grund seiner Schnitte die Angaben Floegels. Auch ich kann diese bestätigen. Die Kammern stehen etwa mit einem Drittel ihrer Länge in Verbindung mit dem Zellinnern und sind mit Cytoplasma ausgekleidet, was schon Lauterborn (1896, S. 13) erwähnt hat.

Die Gürtelbänder der *Pinnularien* besitzen keine Zeichnung mit Ausnahme zweier Längslinien, der „Nebenlinien" (Pfitzer, 1871, S. 45), die, je eine auf jeder Längsseite etwa dem freien Gürtelbandrande parallel verlaufen. Pfitzer hat sie als verdünnte Membranstellen gedeutet. Die Nebenlinien sind etwa 1 μ breit und an beiden Enden zugespitzt. Sie besitzen eine feine Querstreifung und zwar derart, daß bei Betrachtung in doppeltbrechendem Styresin bei hoher Einstellung schmälere dunkle mit breiteren hellen Feldern abwechseln. Beim Senken des Tubus verschwindet die Streifung, um bei noch tieferer Einstellung wieder aufzutreten, aber dann so, daß jetzt die schmalen Streifen hell, die breiten dunkel erscheinen. Es wechseln demnach schmale Einsenkungen der äußeren Schalenfläche mit etwa dreimal so breiten inneren Einsenkungen ab. Also besitzen auch die Gürtelbänder innere Kammern, die nach Art der Riefenkammern gebaut, aber

von minimaler Größe sind. Über den feineren Bau dieser Kammern konnte ich nichts mehr ermitteln, da es schon zur Feststellung der vorerwähnten Bauverhältnisse der Anwendung der stärksten Zeiß'schen Systeme bedurfte.

Ich will die Besprechung der Zellmembran nicht schließen, ohne meine Untersuchungsmethoden kurz zu erwähnen: Die Zellen werden in Königswasser auf dem Objektträger solange erwärmt, bis der gesamte plasmatische Inhalt verschwunden ist. Nach dem Abdampfen der Säure wird mit destilliertem Wasser gewaschen, getrocknet und dann die Kieselpanzer mit einem erwärmten Tröpfchen Styresin (bezogen von Grübler) bedeckt. Luftblasen werden durch Erwärmen entfernt. Ein seitlicher Abschluß des Deckglases ist nicht notwendig. Styrax als Einschlußmittel ergibt bei weitem nicht die klaren Bilder wie Styresin. Material, das mit Methylenblau oder Haematoxylin Delafield gefärbt ist, erweist sich bei Beobachtung in Wasser oder Canadabalsam ebenfalls als sehr geeignet zum Studium des feineren Membranbaues. Dagegen ist das Glühen auf einem Glimmerplättchen nicht zu empfehlen, da die feineren Strukturen beim Glühen undeutlich werden.

XI. Kapitel. Die Gallertbildungen.

Als Ausscheidung des Protoplasten spielt im Leben der Diatomeenzelle Gallerte eine große Rolle. Sie dient in den meisten Fällen biologischen Zwecken, bewirkt die Befestigung der Zellen an einem Substrat oder aneinander, wodurch Zellverbände und Kolonien entstehen. Nach Schroeder (1902, S. 171) kann man die Gallertausscheidungen in zwei Hauptgruppen einteilen, in lokalisierte, die vom Plasma durch die Raphe oder durch bestimmte Poren ausgeschieden werden, und allseitige Gallertumhüllungen, deren Entstehung noch nicht sichergestellt ist.

A. Lokale Gallertausscheidungen.

Hier kann man nach Schroeder (l. c.) folgende Untergruppen unterscheiden. Kittsubstanz zwischen Zelle und Substrat, Intercellularsubstanz, Gallertbasale und Gallertintercalare. Ich möchte hier noch eine weitere Gruppe anfügen, die diejenigen lokalen Gallertausscheidungen umfaßt, die nur zeitweilig stattfinden und keine Dauer haben.

I. Kittsubstanz zwischen Zelle und Substrat.

Manche Formen heften sich mit einer Kittsubstanz, die jedenfalls gallertiger Natur ist, an einem Substrat fest. Arten von *Cocconeis* und *Epithemia* sitzen an Pflanzenteilen fest, und *Nitzschia sigmoidea* ist oft mit kleinen Diatomeen besetzt.

II. Intercellularsubstanz.

Bei faden- oder bandbildenden Diatomeen sind die Schalen zweier benachbarter Zellen miteinander verkittet. Eine derartige Verkittung kommt vor bei *Melosira, Eunotia, Fragilaria, Meridion, Achnanthes, Pleurostauron,* nach Schroeder (l. c.) auch bei *Leptocylindrus, Odontidium, Denticula, Achnanthidium, Rhabdonema, Striatella, Tetracyclus.* Für gewöhnlich ist die Gallertschicht sehr dünn und nicht direkt nachzuweisen. Indirekt kann man sie durch Maceration nachweisen. Bei *Lauderia delicatula* ist nach Schroeder (l. c., S. 172) die Intercellularsubstanz im Leben nicht sichtbar, tritt aber bei Färbung mit Methylenblau deutlich hervor. Bei *Melosira subflexilis, M. Borreri* und anderen ist nach Schroeder (l. c.) die Gallerte auch im Leben schon deutlich sichtbar, bei *Lauderia glacialis* hat

Schroeder sogar beobachtet, daß die Gallerte ebenso breit war, wie die *Lauderia*-Zellen. Durch Intercellularsubstanz wird auch ein besonderer Modus des Zusammenhängens von Zellen bewirkt, den Schroeder (l. c. S. 174) als Spitzenkontakt bezeichnet. Dieser besteht nach seinen Angaben darin, daß die Enden scharf zugespitzter Formen zu langen Ketten mit ihren Spitzen seitlich ein kurzes Stück zusammenhängen, wodurch die Kette eine außerordentliche Biegsamkeit erhält. Schroeder hat einen derartigen Spitzenkontakt bei *Nitzschia fraudulenta* gefunden und gibt noch an, daß diese Art der Kettenbildung von Castracane für *Bacillaria socialis,* von Cleve für *Nitzschia pungens* und *N. seriata* beschrieben worden sei.

III. Gallertbasale und Gallertintercalare.

Die Unterscheidung von Gallertpolster und Gallertstiel ist keine scharfe, weil sich häufig Übergänge zwischen beiden finden. Schroeder (l. c. S. 175) bezeichnet deshalb die Gallertbildungen zwischen Zelle und Substrat als Gallertbasale und die polsterartigen Bildungen zwischen Zelle und Zelle als Gallertintercalare. Bei den Gallertbasalen sind Polsterbasale und Stielbasale zu unterscheiden. Nach Schroeder (l. c. S. 176) ist bei den Gattungen *Synedra* und *Gomphonema* die allmähliche Umwandlung der Polsterbasale in Stielbasale zu erkennen. Stielbasale kommen vor bei *Cocconema, Gomphonema,* nach Schroeder (l. c.) außerdem bei *Achnanthes, Achnanthidium, Amphipleura, Brebissonia, Licmophora, Rhipidophora, Rhoicospenia, Sphenella, Synedra.* Gallertintercalare habe ich bei *Tabellaria fenestrata, Fragilaria virescens* und *Odontidium vulgare* beobachtet.

IV. Zeitweilige Gallertausscheidungen.

Hierher gehören die Gallertströme, die während der Bewegung der *Pinnularia*-Zellen über der Raphe verlaufen. Die Gallerte ist durchaus hyalin und stimmt in ihrer Lichtbrechung völlig mit dem Wasser überein, ist also ohne Anwendung von Reagentien unsichtbar. Die Strömungen sind von Bütschli (1891, S. 582) zuerst beschrieben und von Lauterborn (1893) und O. Müller (1894, S. 138—140) genauer untersucht worden. Nach Müllers Angaben (l. c.) verteilt sich die Gallerte auf der Oberfläche der Zellwand, nachdem sie am Zentralknoten angelangt ist. (Näheres über die Gallertströme s. unten im Abschnitt über Bewegung.) Nach Bütschlis Angaben (1891, S. 584) schießt bei der Bewegung der *Pinnularien* klebrige Gallerte in Gestalt feiner Fäden an den Knotenpunkten der Raphe hervor. O. Müller (1896, S. 62/63) hat aber nachgewiesen, daß diese Fäden, die nur in Tuscheemulsion hervortreten, aus verklebten Tuschekörnchen bestehen, da sie weder färb- noch quellbar sind. Doch habe ich beobachtet, daß bisweilen tatsächlich Gallerte aus den am Zentralknoten gelegenen Rapheenden hervorschießt, die aber mit den Fäden Bütschlis nichts gemein hat. Als ich zu einer lebenden Zelle von *Pinnularia nobilis* sehr verdünntes wässeriges Methylenblau hinzufließen ließ, sah ich, daß aus dem verbreiterten Ende des Raphespaltes am Zentralknoten auf beiden Seiten der in Gürtelbandlage befindlichen Zelle ein Strahl dünnflüssiger Gallerte hervortrat, der mit zunehmender Entfernung von seinem Ausgangspunkt verquoll und sich infolgedessen baumartig verbreiterte. Die Gallerte färbte sich rein blau (Tafel II, Figur 25). Leider gelangte nur dieser eine Fall zur Beobachtung, so daß eine Erklärung der Erscheinung noch nicht möglich ist. Ich vermute, daß es sich dabei um die Entfernung von Exkreten aus der Zelle handelt, die in ähnlicher Weise vor sich geht, wie bei *Protozoen,* wo sie durch die kontraktilen Vacuolen erfolgt.

B. Allseitige Gallertumhüllungen.

Diese kann man nach Schroeder (l. c. S. 178—182) einteilen in konstante Gallertumhüllungen (Gallertschläuche und Gallertthalloide) und inkonstante Gallertumhüllungen.

I. Konstante Gallerthüllen.

a. Gallertschläuche.

Nach Schroeder (l. c. S. 179) sind dies die schlauchartigen Bildungen, in denen die Zellen hintereinander in einer Reihe liegen. Ich habe solche Schläuche bei *Encyonema* beobachtet, nach Schroeders Angaben (l. c.) kommen sie außerdem noch bei *Schizonema* und *Colletonema* vor. Die Schläuche können einfach oder verzweigt sein, gewöhnlich sind sie am Ende offen. Die Zellen können sich in den Schläuchen bewegen und wandern auch bisweilen aus, was schon von Pfitzer (1871, S. 60) erwähnt worden ist.

b. Gallertthalloide.

Als Gallertthalloide bezeichnet Schroeder (l. c. S. 179) diejenigen schlauchartigen Bildungen, in denen eine größere Anzahl Zellen entweder regelmäßig oder regellos nebeneinander gelagert sind. Gallertthalloide kommen nach den Angaben Schroeders (l. c. S. 180) bei *Schizonema, Homoeocladia, Dickiea* und *Micromega* vor; ich habe sie bei *Colletonema vulgare Thwaites* und *Encyonema* beobachtet.

II. Inkonstante Gallertumhüllungen.

Bei einer Reihe von Arten kommen hyaline Gallerthüllen vor, die sehr zart sind und gewöhnlich nur durch Anwendung von Reagentien sichtbar gemacht werden können. Diese Hüllen sind nicht konstant, sondern können fehlen. Solche Gallerthüllen sind zuerst von Lüders (1862) bei *Cocconema Cistula Ehr.* und *Gomphonema marina Sm.* gefunden worden. Nach ihren Angaben (l. c. S. 42) sind die Hüllen ganz glatt und scharf umschrieben, von demselben Aussehen wie die Stielbasale, aber in der Regel durch eine Scheidelinie von ihnen abgegrenzt. Schmitz (1872, S. 126) bestätigt die Angaben Lüders. Er hat eine ähnliche Gallerthülle auch bei der Auxosporenbildung von *Cocconema Cistula* beobachtet (l. c. S. 121), die sich nach seinen Angaben (l. c. S. 123) nach der Bildung der Auxosporen allmählich auflöst. Bütschli (1892, S. 585) und Lauterborn fanden eine hyaline Gallerthülle, die in reinem Wasser absolut unsichtbar ist, bei *Pinnularia nobilis-maior-viridis.* Nach Hauptfleisch (1895, S. 72) kommt eine Hüllgallerte häufig bei beweglichen Formen vor. Otto Müller, der anfänglich die Existenz der von Bütschli und Lauterborn beschriebenen Gallerthüllen bestritt (1893, S. 573), hat später (1894) die Angaben der beiden Autoren bestätigt. Lauterborn (1896 a, S. 14) fand, daß bei *Cyclotella comta* häufig mehrere Zellen in eine gemeinsame Gallerthülle eingebettet sind, die ohne Anwendung von Reagentien unsichtbar ist. Voigt (1901, S. 36) beobachtete zwischen den Zellen von *Asterionella gracillima Heib.* und *Tabellaria fenestrata Kütz. var. asterionelloides,* die strahlig angeordnet sind, eine Haut aus sehr zarter Gallerte. Die Gallerthülle wird von dünnen körnig erscheinenden Fäden durchzogen, die Voigt für Plasmafäden hält. Schroeder (1902, S. 181) fand Gallertumhüllungen bei *Pinnularia viridis, P. radiosa, Stauroptera parva, Fragilaria crotonensis* und bei den einheimischen *Tabellarien.* Ich habe solche Hüllen bei *Pinnularia viridis-maior-nobilis, P. gibba, P. radiosa, Navicula limosa, Stauroneis Phoenicenteron* beobachtet. Doch will ich hier nochmals betonen, daß bei diesen Arten häufig Zellen ohne Gallerthülle vorkommen. Nach Karsten (1899, S. 158) umgeben sich bei der Auxosporenbildung die meisten der bisher beobachteten Formen mit einer Gallerthülle.

Die Gallerte ist in den weitaus meisten Fällen eine Ausscheidung des Protoplasten, was schon Karsten (1899, S. 157) betont, und nicht durch eine Umwandlung der Membran entstanden, wie Pfitzer (1882, S. 422) annimmt. Doch kommt nach Karsten (1899, S. 158) auch die Umwandlung von Membranen in Gallerte vor. Karsten gibt an, daß die auf dem Scheitel vieler Perizonien gefundenen kappenartigen Bildungen mehr oder weniger gallertig beschaffen sind, und daß die Öffnung der Perizonien schließlich durch völlige Vergallertung der Kappen zu stande kommt.

Die Abscheidung der Gallerte erfolgt bei zahlreichen Arten durch besondere Membrandurchbrechungen, die Gallertporen. Solche Gallertporen sind zuerst durch Karsten (1899, S. 158) bei *Brebissonia Boeckii*, gestielten *Achnanthes*- und *Rhoicosphenia*-Arten nachgewiesen worden. Später (1900) fand er sie auch bei *Surirella saxonica Auersw.* (l. c. S. 257) und *Cymatopleura solea*, *C. elliptica* (l. c. S. 269). Nach Otto Müller (1899, S. 437) besitzen noch folgende Arten Gallertporen: *Diatoma vulgare Bory.*, *Diatoma grande W. Sm.*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Synedra ulna*, *S. capitata*, *S. Gaillonii Ehr.*, *S. pulchella Kütz.*, *S. robusta Ralfs.*, *S. crystallina Kütz.*, *S. formosa Hantzsch.*, *S. fulgens W. Sm.*, *Grammatophora serpentina Kütz.*, *G. marina*, *Licmophora Ehrenbergii Grun.*, *Jürgensii Ag.*, *flabellata Ag.*, *Lyngbyei Grun.*, *Oedipus Kütz.*, *capensis Grun.*, *Fragilaria virescens Ralfs.*

In anderen Fällen (Gallertströme, Hüllen bei *Pinnularia* etc.) erfolgt die Gallertabscheidung durch die Raphe. Hierüber hat Otto Müller folgende Beobachtungen (1896, S. 62) gemacht: „Die Gallerte entsteht in Tröpfchenform; sie scheidet sich ab, sobald das Plasma mit dem Wasser in Berührung kommt, zunächst also, wenn es aus der Polspalte hervortritt. Die Tröpfchen fließen zusammen und bilden über dem Plasmastrom eine zusammenhängende Schicht; so entsteht die Gallertkappe an den Polen. Scheidet nun der zufließende und fortschreitende Plasmastrom immer neue Gallerte in Tropfen ab, die zusammen fließen, so entsteht bei lebhafter Bewegung, durch Abfließen der Gallerte auf benachbarte Flächenteile, eine mehr oder weniger vollständige Hülle.“ Die Abscheidung der Gallerte ist aber nicht auf die Polspalten der Raphe beschränkt, sondern kann auch am Zentralknoten erfolgen, wie ich weiter oben gezeigt habe. Die Gallerte wird hier aber nicht in Tropfenform abgeschieden, sondern in dünnem Strahl gewissermaßen ausgespritzt. Für die fallschirmartige Gallerthülle von *Asterionella gracillima Heib.* und *Tabellaria fenestrata var. asterionelloides* nimmt Voigt (1901, S. 36) an, daß sie durch die feinen sie durchquerenden Fäden, die er für Plasmafäden hält, abgeschieden werde. Doch hat er keine genügenden Beweise für die plasmatische Natur dieser Fäden erbracht. Auch sind, wie schon Schroeder (1902, S. 181) bemerkt, wenigstens für *Tabellaria* Gallertporen durch Otto Müller (siehe oben) bekannt.

Wie oben erwähnt wurde, ist die Diatomeengallerte nicht immer ohne Weiteres sichtbar. Sie tritt aber bei Anwendung geeigneter Reagentien stets hervor. Als einfachstes Mittel zur Sichtbarmachung der Gallertbildungen wird von den meisten Autoren die zuerst von Bütschli (1892, S. 585) und Lauterborn angewandte konzentrierte Emulsion von feinverriebener Tusche empfohlen. Nach Schroeder (1902, S 142) leistet käufliche flüssige Tusche oder eine Emulsion von natürlicher Sepia dasselbe. Nach Hauptfleisch (1895, S. 73) gelingt es, die Gallerte auch durch Haemateïnammoniak oder Anilinfarben sichtbar zu machen. Otto Müller (1896, S. 61) färbte mit Methylenblau, Methylviolett und anderen Anilinfarbstoffen. Lauterborn (1896, S. 115) gibt an, daß die Gallerthülle von *Pinnularia* sich im Leben mit Methylenblau färbe. Nach Karsten (1899, S. 157) speichern die Stielbasale lebhaft Methylenblau, Bismarckbraun, Safranin, Haematoxylin, aber kein Eosin. Voigt (1901, S. 36) fand, daß zur Färbung von *Asterionella* Karbolfuchsin am geeignetsten ist. Weniger gute Resultate erzielte er mit Methylviolett und wässerigem Fuchsin, während Methylenblau und Vesuvin gänzlich versagten. Schroeder (1902, S. 143) benutzte zur Gallertfärbung Methylenblau, Anilinwasser-Safranin, ferner wässerige Lösungen von Thionin, Dahlia, Karbolfuchsin, Neutralrot, Bismarckbraun, Chrysoidin, Auramin und bisweilen auch in Alkohol gelöstes Mucikarmin. Ich wandte Lebendfärbung mit wässerigem Methylenblau an. Die Gallerte erschien bei dieser Färbung blauviolett und feinkörnig. In Methylviolett nehmen die Gallerthüllen von *Pinnularia* einen intensiv rotvioletten Ton an. Sie erscheinen aber völlig gleichmäßig gefärbt und homogen. Nach Otto Müller (1896, S. 61) läßt die etwas dichtere Hülle von *Pinnularien*, die in Glycose-Pepton kultiviert worden sind, nach Färbung mit Methylviolett Stäbchenstruktur erkennen. Die Farbstoffe wirken alle mehr oder weniger kontrahierend auf die Gallerte, besonders die lockeren Hüllen, so daß deren Ränder nach der Färbung stark gefaltet und gewellt erscheinen. Anf diese Tatsache haben bereits Hauptfleisch (1895, S. 73), O. Müller (1896), Lauterborn (1896, S. 115) und Schroeder (1902, S. 143) hingewiesen.

III. Die Bewegung.

Die eigentümliche Ortsbewegung der Diatomeen, die ohne sichtbare Bewegungsorgane vor sich geht, hat von jeher die Diatomeenforscher beschäftigt. Zur Erklärung der Bewegungsvorgänge sind die verschiedenartigsten Hypothesen aufgestellt worden. Einen historischen Überblick über dieselben gibt Mereschkowsky (1903 c., S. 139—152). Ich übergehe die Mehrzahl der Hypothesen, die doch fast allgemein verlassen sind und gehe nur auf die beiden von Bütschli-Lauterborn einerseits und Otto Müller andererseits verteidigten Theorien ein. Heute wird die Müller'sche Bewegungstheorie, die auch den höheren Grad von Wahrscheinlichkeit für sich hat, nahezu allgemein anerkannt. Ehe ich die Ansichten dieser Forscher genauer darlege, will ich eine kurze Beschreibung der Erscheinungen geben, die von Seiten der Genannten eine verschiedene Deutung erfahren haben.

Bringt man lebhaft sich bewegende Zellen von *Pinnularia viridis-maior-nobilis* in eine Emulsion von feinverriebener Tusche, so sieht man, daß die meisten Zellen von einem Mantel aus hyaliner Gallerte umgeben sind. Diese Gallerte umgibt von der Schalenseite gesehen die Zellen allseitig, während sie von der Gürtelseite gesehen in der Mitte und an den Enden der Zelle unterbrochen ist, d. h. die Zellmembran freiläßt. Die Tuschekörnchen werden am Rand der Gallertschicht an den Schalenseiten in der Richtung der Raphe verschoben. Die Körnchen beginnen ihre Bewegung bei dem in der Bewegungsrichtung vorderen Endknoten, zu dem sie scheinbar hingezogen werden, und strömen in einiger Entfernung von der Zelloberfläche, entsprechend der Dicke der Gallertschicht, nach dem zentralen Endpunkt der vorderen*) Raphenhälfte hin. Dieser Strom, der „vordere oder zuführende Körnchenstrom" Lauterborns (1896, S. 116), in dem die Körnchen durcheinanderwirbeln, folgt den Windungen der Raphe. In der Zellmitte biegt der Strom nach dem zentralen Endpunkt der vorderen Raphenhälfte hinab, wo sich dann die Körnchen gewöhnlich ansammeln. Hier ordnen sie sich hintereinander an und werden, durch ein unsichtbares Bindemittel miteinander verklebt, in Gestalt eines dünnen Fadens nach hinten abgeschoben. Dieser Körnchenfaden nimmt seinen Ursprung am zentralen Endpunkt der vorderen Raphenhälfte und verläuft schief nach hinten. Wird statt Tuscheemulsion Karminemulsion angewandt, so zeigt sich, daß die relativ großen und schweren Karminkörner unmittelbar an der Schalenoberfläche entlang der Raphe bewegt werden Wird die Bewegungsrichtung geändert, so ändern meist auch Körnchenströme und Fäden ihre Richtung, doch kommt es auch vor, daß der Faden ruhig weiter gebildet wird und dann im Sinne der Bewegung fließt. Bisweilen wird in diesem Fall der Faden nach seinem Urprungsort hin eingezogen und über dem Zentralknoten zusammengeknäult. Es beginnt dann ein neuer von dem jetzt vorne liegenden zentralen Raphenende zu fließen. Der Faden ist ohne Anwendung von Tuscheemulsion nicht sichtbar. Wenn er eine gewisse Länge erreicht hat, reißt er ab und bleibt liegen, während die Zelle mit der Bildung eines neuen beginnt. Die Fäden sind meist dünner als 1 μ, doch sah ich einmal bei *Pinnularia maior* einen Faden von 4 μ Breite in der Gürtelansicht. Auch bei *Stauroneis Phoenicenteron* gelangten relativ breite Fäden zur Beobachtung. Die Bildung von Körnchenfäden habe ich nur bei den vier genannten Arten beobachtet, während die *Navicula*-Arten sich ohne Fadenbildung bewegen. Körnchenstrom und Faden treten in der Regel auf beiden Schalen gleichzeitig und gleichgerichtet auf. Seltener sind die Richtungen auf beiden Seiten entgegengesetzt, oder die Erscheinung tritt nur auf einer Seite zu Tage. Es kommt auch nicht allzu selten vor, daß Körnchenstrom und Faden sich im gleichen Sinne bewegen wie die Zelle. Bewegung ohne Bildung eines Fadens ist öfters zu beobachten (siehe auch Otto Müller, 1897, S. 73). Wie erwähnt, bilden die *Navicula*-Arten keine Fäden, wohl aber zeigen sie Körnchenströme. Doch findet hier die Bewegung der Körnchen unmittelbar an der Schalenoberfläche statt. Auch sieht man häufig Fremdkörper, die entlang der Raphe verschoben werden. Die gleichen Erscheinungen treten an den Kielen der *Nitzschien* zu Tage. Doch ist bei

*) Anmerkung. Die Bezeichnung „vorn" und „hinten" bezieht sich stets auf die Bewegungsrichtung.

Navicula wie bei *Nitzschia* häufig die Bewegungsrichtung der Fremdkörper derjenigen der Zelle gleich. Die Zellen bewegen sich sowohl in Schalen als auch in Gürtelbandlage. Eine besondere Bewegungslage existiert nicht, doch wird im Allgemeinen die Schalenlage bevorzugt. Neben der gewöhnlichen Bewegung in der Richtung der Apicalachse sieht man bisweilen eine Drehung um die Transapicalachse und eine solche um die Apicalachse. Die letztere bewirkt das Umwenden der Zelle aus der Schalen- in die Gürtelbandlage und umgekehrt und erfolgt oft so rasch, daß man eher von einem Herumwerfen der Zelle auf die Seite sprechen könnte. Bei den Drehungen um die Apicalachse ist auch das eigenartige Aufrichten der Zellverbände von *Pleurostauron acutum* zu erwähnen. Diese bestehen aus 4—6 Zellen und haben etwa die Form eines flachen Kästchens. Ich habe mehrfach beobachtet, daß sich diese Zellbänder in der Weise auf die schmale Seite aufrichteten, daß die einzelnen Zellen wie die Stockwerke eines Hauses übereinander zu liegen kamen. Sie bewegten sich dann in dieser, der Schalenlage, langsam fort. Mitunter kleben auch Zellen mit einem Ende am Substrat fest und führen pendelnde Bewegungen um ihren Stützpunkt aus (vergl. auch Pfitzer, 1871, S. 179 und Hauptfleisch, 1895, S. 29).

Die erwähnten in Tuscheemulsion sichtbaren Erscheinungen haben Bütschli (1891, S. 5) und Lauterborn (1896, S. 118) veranlaßt, die Bewegung der Diatomeen wie folgt zu erklären: „Die Diatomeenbewegungen werden veranlaßt durch eine sehr reichliche Erzeugung von klebriger Gallerte, die an den Knotenpunkten der Raphe in Gestalt feiner Fäden rasch und mit einer gewissen Kraft hervorschießt.“ Später hat Lauterborn seine Ansicht erheblich geändert und formuliert sie (1896, S. 137), ohne die erste, hauptsächlich von Bütschli ausgegangene Erklärung zurückzuziehen, folgendermaßen: „Die Bewegung kommt zu stande durch die in der offenen Raphe fließenden Strömungen, deren Substanz wahrscheinlich hyaline Gallerte ist, da in den Fällen, wo die strömende Substanz aus der Raphe heraustritt, dieselbe aus Gallerte besteht. Für *Pinnularia viridis-maior-nobilis* kommt hierzu noch der Rückstoß des sich nach hinten bewegenden Gallertfadens. Dies zwingt mich den Gallertbildungen einen bedeutenden Anteil bei der Ortsbewegung zuzugestehen.“ Lauterborn verschweigt aber, wer nach seiner Meinung den Hauptanteil dabei hat! Er nähert sich mit dieser neuen Fassung erheblich der jetzt zu besprechenden Müller'schen Theorie, deren Kernpunkt er in seine eigene aufgenommen hat.

Otto Müller liefert in einer Reihe sorgfältiger Arbeiten (1889, 1893, 1894, 1896 a., 1896 b., 1897) die anatomischen und mechanischen Unterlagen für die folgende Erklärung der Diatomeenbewegung: „Von der zentralen Plasmaanhäufung fließt ein Cytoplasmastrom durch die innere Raphenspalte nach dem Endknoten, tritt durch die halbmondförmige Polspalte nach außen, um durch den äußeren Raphenspalt nach dem äußeren Zentralknotenkanal hinzuströmen und durch denselben in das Zellinnere zurückzukehren. Sobald der Plasmastrom in der Polspalte mit dem Wasser in Berührung tritt, scheidet er eine hyaline Gallerte ab, die über der Raphe nach der Mündung des äußeren Zentralknotenkanals hinströmt und in Tuscheemulsion den „zuführenden Körnchenstrom“ bildet. Der Plasmastrom tritt nur wenig aus der Raphe seitlich hervor. Wenn der Plasmastrom in den Zentralknotenkanal eintritt, läßt er die mit Tuschekörnchen erfüllte Gallerte auf der Schalenoberfläche zurück. Die Körnchen werden dann durch Plasma- oder Gallertteilchen verklebt und als Faden nach hinten abgeschoben. Da der Faden nicht färb- oder quellbar ist, sondern nur in Tuscheemulsion sichtbar wird, ist ein materieller Gallertfaden nicht vorhanden. Der Faden besteht nur aus verklebten Körnchen und wird nur in Tuscheemulsion gebildet. Da außerdem die Diatomee sich oft ohne Fadenbildung bewegt, kann dem Faden keine besondere Bedeutung zugemessen werden. Der Plasmastrom ist mit aktueller Energie ausgestattet und wird nicht durch den hohen Turgordruck der Zelle bewegt, weil dessen Wirkung in den engen kapillaren Spalten durch die große Reibung aufgehoben wird.“

Müller hat weiterhin die Möglichkeit der Ortsbewegung gemäß seiner Theorie auf rechnerischem Wege nachgewiesen (1896 b, S. 117—127). Es hat sich dabei herausgestellt, daß Rapheströme von relativ geringer Geschwindigkeit genügen, um eine Bewegung herbeizuführen. Die notwendige Maximalgeschwindigkeit der Strömung müßte nach seiner Berechnung das Dreifache der Geschwindigkeit betragen, mit der die Zelle sich bewegt.

Die Theorie Müllers hat von allen Bewegungstheorien den höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit, da sie die Bewegungsvorgänge besser als alle anderen erklärt. Den Deutungen, die Müller den oben erwähnten Erscheinungen gibt, schließe ich mich an, während ich die von Lauterborn dagegen vorgebrachten Einwände nicht für stichhaltig erachte. Trotzdem kann ich der Ansicht Müllers über die Diatomeenbewegung nicht beistimmen, da folgende von mir gemachte Beobachtungen dagegen sprechen: Bisweilen sind bei *Pinnularien*, die in der Schalenansicht beobachtet werden, die Strömungen der Zellbewegung gleichgerichtet, müssen ihr folglich entgegenwirken. Bei *Nitzschia*- und *Navicula*-Arten werden häufig Tuschebröckchen oder andere Fremdkörper an der Raphe bezw. dem Kiel so verschoben, daß die Bewegung dieser Körper derjenigen der Zelle gleichgerichtet ist. Es fließen demnach die Strömungen nicht immer, wie es die Theorie fordert, der Bewegungsrichtung entgegen. Allerdings entzieht sich in diesen Fällen die dem Beobachter abgewandte Raphe bezw. Kiel der genaueren Betrachtung. Es ist wohl möglich, daß hier die Strömungen die verlangte Richtung besitzen. Es müßte dann aber die Geschwindigkeit der Rapheströme auf der Unterseite eine relativ sehr große sein, weil noch die Gegenwirkung des oberen Stromes unschädlich zu machen wäre. Es ist aber nicht einzusehen, warum die Zelle sich ihre Arbeit unnötig erschweren und Energie vergeuden sollte! Allerdings hat Müller (1889, S. 178) betont, daß die Plasmaströme vielleicht in erster Linie die Funktion der Atmung ausüben sollen, und daß dabei die Ortsbewegung zu stande kommt. Doch widerspricht dieser Ansicht Müllers die Beobachtung Beneckes (1900, S. 554), daß die Diatomeen chemotaktisch reizbar sind, was sich besonders in positiver Aerotaxis kundgibt. Demnach muß die Bewegung eine willkürliche sein und kann nicht als zufällige Nebenerscheinung bei einer anderen Lebenstätigkeit der Zelle zu stande kommen. Doch können andererseits die scheinbar ziellosen, in ihrer Richtung häufig umgekehrten Bewegungen immerhin eine Förderung der Atmung bezwecken, da sie dem strömenden Cytoplasma immer wieder Gelegenheit geben, mit frischem Wasser in Berührung zu kommen. Die Theorie Müllers gibt ferner keine Erklärung für die oben beschriebenen Drehungen der Zelle um die Apicalachse; ich vermag wenigstens nicht einzusehen, daß Strömungen, die gezwungen sind, einer Achse parallel zu fließen, eine Drehung um eben diese Achse herbeiführen können. Noch weniger ist das bereits besprochene Aufrichten der kurzen Zellbänder von *Pleurostauron acutum* mit der Theorie in Einklang zu bringen. In direktem Widerspruch mit der Stromtheorie steht es, daß ich eine Zelle von *Pinnularia nobilis* beobachtet habe, die sich längere Zeit in Gürtelbandlage bewegte, ohne daß in Tuscheemulsion irgendwelche Strömungen hervorgetreten wären. Wenn auf der Außenfläche der Zelle aber Plasma strömt, das durch Reibung an dem umgebenden Medium Arbeit leistet, so muß es Tuschekörnchen, die in diesem Medium suspendiert sind, in Bewegung setzen.

Aus den angeführten Gründen kann ich in den Strömungen mindestens nicht die alleinige Ursache der Diatomeenbewegung sehen. Dabei will ich keineswegs bestreiten, daß die Strömungen Arbeit leisten und eine Bewegung der Zelle hervorrufen können. Aus diesen und ähnlichen Gründen hat mir Herr Professor Meyer die Aufgabe gestellt, nach anderen Bewegungsorganen alloplasmatischer Natur zu suchen. Er hat bei seinen Volutinuntersuchungen gelegentlich einer Reaktion auf Volutin Gebilde gesehen, von denen er vermutet, es könnten solche Organe sein. Ich habe sowohl lebende Zellen als auch mit 1% Osmiumsäure fixiertes Material mit verschiedenen Farbstoffen behandelt und auch die Löffler'sche Methode zur Sichtbarmachung der Bakteriengeißeln angewandt. Wohl habe ich in zahlreichen Fällen bei *Pinnularia*, *Navicula* und *Nitzschia* auf der Außenfläche der Membran feine Fäden gesehen, die in ein Knöpfchen endigten und alloplasmatische Organe sein können. Die fraglichen Gebilde finden sich bei *Pinnularia nobilis* und *Navicula radiosa* zu beiden Seiten der Raphe über den Riefen, während sie bei den *Nitzschien* an den Kielen zu Tage treten. An den genannten Stellen sind aber weder bei *Pinnularia* noch bei *Navicula* Poren zu sehen, die solchen Plasmafäden Durchtritt durch die

Zellmembran gewähren können. Es bleibt aber die Möglichkeit, daß solche Poren zwar vorhanden sind, aber jenseits der Grenze der Sichtbarkeit liegen. Auch war einerseits die Klarheit der Bilder stets durch Kristallbildung oder durch starke Färbung der die Zellen umgebenden Gallerte erheblich getrübt. Andererseits war es nicht möglich, den Nachweis für die plasmatische Natur der Fäden zu erbringen, so daß diese Frage unentschieden gelassen werden muß. An dieser Stelle will ich nicht unerwähnt lassen, daß Hauptfleisch (1895, S. 80) angibt, es sei ihm gelungen, das Vorhandensein von Plasmaknöpfchen nachzuweisen, die sich an den Stellen der Zelloberfläche finden, wo die oben beschriebene Bewegung der Fremdkörper stattfindet. Nach seinen Angaben (l. c., S. 84/85) streckt bei *Amphicyma alata* und *Brebissonia Boeckii* das Protoplasma, das „den die Raphe durchsetzenden Kanal" erfüllt, kleine Fortsätze durch die Poren der Grenzmembran des Kanals hinaus, die außerhalb als kleine Knöpfchen endigen. Bei *Pinnularia* treten nach Hauptfleisch (1895, S. 94) ähnliche Plasmaorgane an den Längskanten aus. Hauptfleisch hat aber keinerlei Beweise für die plasmatische Natur dieser Knöpfchen erbracht. Sodann hat Otto Müller diese Untersuchungen wiederholt und gezeigt (1896 a., S. 57—59), daß derartige Knöpfchen sich sowohl bei lebenden als auch bei toten Zellen mit ganz oder teilweise verwestem Inhalt finden, demnach also jedenfalls Fremdkörper sind. Müller (l. c., S. 58) macht ferner darauf aufmerksam, daß Poren, die so dicken Plasmafortsätzen, wie sie Hauptfleisch (1895, S. 94) abbildet, den Durchtritt gewähren, bei dem hohen Brechungsindex der Membran unter allen Umständen sichtbar sein müßten, daß aber bei *Pinnularia* an den Längskanten Poren vollständig fehlen. Die Behauptung Hauptfleisch's, er habe Protoplasmafortsätze auf der Oberfläche der Zellen gefunden, ist danach nicht erwiesen.

Wenn auch die oben erwähnten Färbeversuche kein positives Resultat ergeben haben, darf doch nicht außer acht gelassen werden, daß bei der großen Empfindlichkeit des Protoplasten der Diatomeen leicht etwa vorhandene alloplasmatische Organe abgeworfen werden könnten. Auch könnten sich solche beim Antrocknen bei der Geißelfärbung nach Löffler an die Membran anlegen und sich dadurch der Beobachtung entziehen. Bekanntlich mißlingt ja auch bei Bakterien häufig der Nachweis der Geißeln. Immerhin ist zu betonen, daß aus den oben angeführten Gründen, die gegen die Theorie Müllers sprechen, kein Beweis für das Vorhandensein alloplasmatischer Bewegungsorgane hergeleitet werden kann. Jedenfalls ist die Frage nach derartigen Bewegungsorganen nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, wie dies Lauterborn (1896, S. 113) tut, sondern sie ist wohl noch der genaueren Untersuchung wert.

II. Teil.

Charakteristik der bis jetzt auf ihren inneren Bau untersuchten Gattungen nach dem Bau des Protoplasten, speziell nach dem der Chromatophoren.

Die Gattungen sind in derselben Reihenfolge angeordnet, wie in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ von Engler und Prantl 1896.

Wo den Gattungen keine Schalencharakteristik hinzugefügt ist, gilt die von Schütt (im Text als Schütt 1896 bezeichnet), im Engler und Prantl 1896 an der angeführten Stelle gegebene.

Den Angaben eines jeden Autors sind die Namen der von ihm untersuchten Arten in Klammer beigefügt.

A. Centricae.

Melosira Agardh.

Schütt, 1896, S. 59. Pfitzer gibt an (1871, S. 128/29): „Der wandständige Plasmaschlauch ist am Grunde der älteren Schale etwas verstärkt und umschließt hier den ruhenden Kern. Im Wandplasma liegen die Chromatophoren, die bald mehr kreisförmige, bald unregelmäßig gelappte flache Körner oder Plättchen sind.“ *(M. varians, Borreri.)* Mereschkowsky (1902/03, S. 183) sagt, die Chromatophoren seien körnig. Die Körner können nach ihm viellappig *(M. varians)*, eckig *(M. nummuloides, Borreri, Borreri var. subglobosa)*, rundlich *(M. sulcata)*, oder elliptisch *(M. granulata var. spinosa)* sein. Karsten (1905, S. 69) gibt folgende Charakteristik: Chromatophoren mehrere bis viele, klein, scheibenförmig, von verschiedenartigem Umriß. *(M. hyalina, sphaerica, sol.)* Die Angaben Pfitzers kann ich für die von mir untersuchte *M. varians* bestätigen.

Hyalodiscus Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 61. Mereschkowsky (1902/03, S. 183) unterscheidet nach dem Chromatophorenbau 2 Typen, über die er folgendes angibt: „1. Das Endochrom ist in Form von 4 Lappen vorhanden, die in Kreuzform angeordnet und durch eine stark lichtbrechende gefärbte Substanz verbunden sind. Es scheinen hier 4 Plättchen durch ein gemeinsames Pyrenoid verbunden zu sein. Die Zahl der Plättchen kann bis auf 6 ansteigen. *(H. scoticus.)* 2. Zahlreiche (28 bis über 100) stäbchenförmige Chromatophoren liegen in Reihen und sind im Zentrum nicht verbunden. *(H. subtilis.)*“ Karsten (1905, S. 75) gibt die folgende Charakteristik: „Chromatophoren in der Regel um Zentralpyrenoide gruppiert, welche die mehr oder minder zahlreichen Lappen zusammenhalten. Jeder freiwerdende Lappen erhält ein Stückchen Pyrenoid mit auf den Weg, das alsbald zum Mittelpunkt einer neuen Gruppe wird.“ *(H. Chromatoaster, Kerguelensis, subtilissimus, dubiosus.)*

Stephanopyxis Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 62. Nach Karsten (1905, S. 73) sind die Chromatophoren runde oder eckige Scheibchen, die rings der Oberfläche anliegen. *(St. turris.)*

Thalassosira Cleve.

Schütt, 1896, S. 62. Karsten (1905, S. 73) gibt folgende Charakteristik: „Kern im zentralen Plasmaband. Chromatophoren unregelmäßig gelappte kleine Plättchen *(T. antarctica)* oder verhältnismäßig groß, biskuitförmig mit je einem Pyrenoid. Chromatophoren durch Plasmafäden miteinander und mit dem Kern verbunden." *(T. excentrica.)*

Ethmodiscus Castracane.

Schütt, 1896, S. 88. Nach Karsten (1905, S. 88) sind die Chromatophoren längere oder rundliche Scheibchen. *(E. subtilis, parvulus.)*

Cyclotella Kützing.

Schütt, 1896, S. 65. Nach Pfitzer (1871, S. 127) sind die Zentren der Schalen durch einen Plasmastrang verbunden, in dessen Mitte der Kern liegt, während zahlreiche Chromatophorenkörner der Wand anliegen. Die Angaben Lauterborns (1896, S. 18) stimmen mit denen Pfitzers überein. *(C. comta var. radiosa.)*

Coscinodiscus Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 66. Nach Pfitzer (1871, S. 127) stimmt die Gattung im innern Bau völlig mit *Cyclotella* überein. Nach Karsten (1905, S. 76) sind die Chromatophoren runde, eckige, oder unregelmäßig gelappte Scheibchen, meist ohne Pyrenoide. *(C. Schimperi, compressus, non scriptus, inornatus, minimus, gracilis, horridus, planus, australis, bifrons, Castracanei, chromoradiatus, excentricus, lineatus, marginatolineatus, tumidus, minutiosus, transversalis, similis, Valdiviae, spiralis, oculoides, laevis, neglectus, caudatus, oppositus, furcatus, Kerguelensis, Bouvet, grandineus, fasciculatus, indistinctus, stellaris, trigonus, pyrenoidophorus, nitidus, nitidulus, pseudonitidulus, Kryophilus, quinquies marcatus, inflatus, incurvus, grandenucleatus, Chunii, subtilis, filiformis, Simbirskianus, hexagonalis, hexagonalis var. minor decrescens, senarius.)* Mereschkowsky (1902/03, S. 184) gibt an, daß die Chromatophoren sowohl den Schalen als auch den Gürtelseiten anlägen. *(C. radiatus var. asteromphalus, radiatus var. concinna, excentricus, gigas.)*

Asteromphalus Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 75. Karsten (1905, S. 89) gibt folgende Charakteristik: „Zentraler Plasmazylinder zwischen beiden Schalen. Kern darin an einer Schale. Chromatophoren: Zahlreiche größere oder kleinere Plättchen." *(A. Roperianus, Hookeri, Brookei, heptactis, regularis, ornithopus, parvulus, hyalinus.)*

Actinocyclus Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 78. Nach Mereschkowsky (1902/03, S. 184) sind die Chromatophoren Körner. Nach Karsten (1905, S. 91) sind die Chromatophoren runde Scheibchen. *(A. umbonatus, antarcticus, similis.)*

Corethron Castracane.

Schütt, 1896, S. 83. Den Angaben Karstens (1904, S. 545) ist folgendes zu entnehmen: „Der Kern liegt in der Mitte der Zelle dem Gürtelband an und ist von einer ansehnlichen Plasmamasse umgeben. Eine große Vacuole erfüllt den Zellraum. Die mehr oder minder langgestreckten Chromatophoren sind in den vom Kern ausgehenden Plasmastreifen ziemlich spärlich und meist wandständig verteilt." *(C. Valdiviae.)* (1905, S. 114.) *(C. inerme.)*

Dactylosolen Castracane.

Schütt, 1896, S. 93. Nach Karsten (1905, S. 93) sind die Chromatophoren kleine, kreisrunde Scheibchen, die im plasmatischen Wandbeleg verstreut liegen. *(D. laevis, mediterraneus.)*

Rhizosolenia Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 84. Nach Schütt (1886, S. 8) bilden die Chromatophoren kleine, nur schwach gelblich gefärbte Körner, die meist unregelmäßig im Plasmawandbeleg zerstreut sind. *(R. alata.)* Die Angaben Mereschkowskys (1902/03, S. 183) stimmen im Wesentlichen damit überein. *(R. alata, Stolterfothii, setigera.)* Karsten (1905, S. 95—99) gibt an, daß der Kern im Wandplasma liege und die Chromatophoren meist kugelige Körner seien. *(R. simplex, torpedo, antarctica, styliformis, semispina, truncata, rhombus, curva, alata, inermis, imbricata, Shrubsolei, Chunii, crassa.)*

Chaetoceras Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 86. Den Angaben von Schütt (1888, S. 164/65) ist folgendes zu entnehmen: „Die Chromatophoren sind dem dünnen cytoplasmatischen Wandbeleg eingebettet. Der Kern ist meist in der Mitte der Zelle aufgehängt, oder der Mitte des Gürtelbandes aufgelagert. Er ist groß und deutlich. Vom Kern gehen mehrere ziemlich dicke protoplasmatische Bänder nach dem Wandbeleg, die oft die Chromatophoren mit dem Kern verbinden. Es finden sich alle Übergänge zwischen großen Endochromplatten und kleinen Körnern. Einzelne Arten haben eine große ganzrandige Platte, die einer breiten Gürtelseite anliegt und ihre Ränder noch auf die schmale Gürtelseite umschlägt.“ (Schütt, 1895, *C. angulatum* (S. 37), *procerum* (S. 38), *leve* (S. 39), *vermiculus* (S. 39), *holsaticum* (S. 40), *cochlea, crinitum* (S. 42), *radians* (S. 41).) Andere Arten haben eine einzige Platte auf einer Schale (*C. breve,* l. c. S. 38), oder eine an jeder Schale (*C. laciniosum,* l. c. S. 39), oder eine an jeder der breiten Gürtelseiten (*C. gracile,* l. c. S. 43). Bei wieder anderen sind die Chromatophoren ⊢förmig gelappt (*C. distichum,* l. c. S. 37), diskusförmig, ellipsoidisch (*C. brunowii,* l. c. S. 43, *contortum* S. 44), oder zahlreiche kleine Körner, wie die Chlorophyllkörner (*C. Weissflogii,* l. c. S. 45, *medium* S. 43, *compactum* S. 45). Diese kleinen Körner sind ziemlich beweglich. — Mereschkowsky (1902/03, S. 181/82) unterscheidet nach dem Chromatophorenbau 3 Typen: 1. Eine Platte liegt einer Gürtelseite an. 2. 2 Platten liegen den Schalen an. 3. Endochrom körnig. Die Körner können rund, oval, stäbchenförmig oder nierenförmig sein. *(C. bottnicus var. didymus, curvisetus, borealis var. densa, peruvianus, danicus, ponticus.)* Nach Karsten (1905, S. 115) sind die Chromatophoren einzeln oder in bestimmter Zahl, bisweilen jedes mit einem Pyrenoid versehen, oder zahlreiche pyrenoidlose Chromatophoren vorhanden. *(Ch. atlanticum, cruciatum, Janischianum, Castracanei, Schimperianum, radiculum, Chunii, pendulum, cryophilum, dicladia, didymum, neglectum.)*

Moelleria Cleve.

Schütt, 1896, S. 88. Nach Karsten (1905, S. 120) sind die Chromatophoren zahlreiche größere ovale Plättchen. *(M. antarctica.)*

Eucampia Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 89. Nach Karsten (1905, S. 121) sind die Chromatophoren äußerst kleine Kügelchen oder Scheibchen. *(E. balaustium.)*

Triceratium Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 91. Karsten (1905, S. 121) gibt folgende Charakteristik: „Großer zentraler Kern allseitig durch Plasmafäden mit dem wandständigen Plasma verbunden. Chromatophoren zahlreich, wandständig und an den Plasmafäden verteilt, kleine ovale Plättchen.“ *(T. arcticum.)*

Biddulphia Gray.

Schütt, 1896, S. 92. Nach Karsten (1905, S. 121/22) sind die Chromatophoren größere oder kleinere rundliche, biskuitförmige oder sternförmige Plättchen. *(B. mobiliensis, striata, parallela (?), contorta.)*

B. Pennatae.

Rhabdonema Kützing.

Schütt, 1896, S. 103. Nach Pfitzer (1871, S. 124) sind die zahlreichen Chromatophoren Körner, die häufig parallel den Septen stark gestreckt sind. (*R. minutum.*) Karsten (1899, S. 30) gibt folgende Beschreibung der Chromatophoren: „Statt eines einheitlichen Chromatophors findet sich eine Rosette von verschiedenartigem, durch die Septen bedingtem Umriß. Die einzelnen Teile der Rosette sind aber noch auf ein Chromatophor mit zentralem Pyrenoid zurückzuführen. Bei der Zerlegung hat jedes Chromatophor einen Pyrenoidanteil erhalten. (*R. minutum.*) Bei *R. arcuatum* und *R. adriaticum* finden sich mehrere derartige Rosetten."

Tabellaria Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 103. Nach Pfitzer (1871, S. 124) stimmt die Gattung im innern Bau mit *Rhabdonema* überein. (*T. flocculosa, fenestrata.*) Nach meinen Untersuchungen liegt ein runder Kern in der Mitte der Zelle; eine zentrale Plasmabrücke ist nicht deutlich. Zahlreiche kleine Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an, die Mitte der schmalen Schalen bleibt frei. Die Chromatophoren sind rundlich bis langgestreckt. (*T. fenestrata.*)

Striatella Agardh.

Nach Schütt (1896, S. 104) eine Sektion von *Tabellaria.* Nach Schmitz (1884, S. 40) bilden die stark zerschnittenen Chromatophoren zwei Halbsterne, die in dem unzerteilten Mittelstück zahlreiche gerundet keilförmige Pyrenoide enthalten. (*S. unipunctata.*) Nach Karsten (1899, S. 30/31) trennen sich häufig einzelne Strahlen mit einem Pyrenoidstückchen ab und rücken weiter gegen die Zellperipherie; dann liegt das Pyrenoid in dem etwas verdickten mittleren Teil des Chromatophors. (*S. unipunctata.*) Mereschkowsky (1902/03, S. 175) macht folgende Angaben: „Eine Art hat zahlreiche bandförmige Chromatophoren, die vom Zentrum radiär ausstrahlen. Ein Teil der Chromatophoren ist häufig in der Zellmitte durch ein gemeinsames Pyrenoid vereinigt, während ein Teil isoliert bleibt. Mitunter scheinen sie alle verbunden zu sein. Jedes Band ist an Plasmafäden aufgehängt. (*S. unipunctata.*) Einige Arten besitzen 9—12 rundliche Körner (*S. delicatula, gibberula*), während sich bei einer Art (*S. interrupta*) 4 mehr oder weniger nierenförmige Platten finden, die um das Zentrum der Zelle herumliegen. *S. placochromatica* besitzt zwei Platten, die den Gürtelseiten anliegen und deren eine stets größer ist als die andere."

Grammatophora Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 106. Nach Pfitzer (1871, S. 124) stimmt die Gattung mit *Rhabdonema* im innern Bau überein. (*G. oceanica.*) Karsten (1899, S. 29) gibt an, daß ursprünglich ein Chromatophor mit zentralem Pyrenoid vorhanden sei, das durch die Septen tief gespalten werde; selten entstünden unter Zerschnürung des Pyrenoids mehrere Chromatophoren. (*G. marina, angulosa.*) Bei *G. Kerguelensis* sind nach seinen Angaben (1905, S. 125) die Chromatophoren feine, etwas langgestreckte Plättchen ohne Pyrenoide. Nach Mereschkowsky (1902/03, S. 175) sind die Chromatophoren Körner. Diese sind nach seinen Angaben rund bei *G. angulosa;* bei *G. marina var. macilenta* haben sie Bandform und jedes besitzt mehrere Pyrenoide, die in einer Reihe in dem Band angeordnet sind.

Entophyla.

Schütt, 1896, S. 107. Nach Karsten (1905, S. 125) ist der Kern etwa mittelständig, die Chromatophoren sind zahlreiche kreisrunde Scheibchen. (*E. Kerguelensis.*)

Licmophora Agardh.

Schütt, 1896, S. 109. Nach Schmitz (1882, S. 37/38) sind 4 den Gürtelseiten anliegende Chromatophoren paarweise durch ein pyrenoidhaltiges Mittelstück verbunden. (*L. flabellata.*) Nach

Karsten (1899, S. 38) sind zahlreiche oval-rundliche Chromatophoren vorhanden. (*L. Lyngbyei.*) Mereschkowsky (1902/03, S. 173/74) unterscheidet nach dem Chromatophorenbau 2 Typen: „1. Chromatophoren plattenförmig. Es kommen 2 (*L. biplacata*) oder 4 (*L. quadriplacata*) Platten ohne Pyrenoid vor, die an den Schalen liegen, oder 4 Platten an den Gürtelseiten, die paarweise durch ein gemeinsames Pyrenoid verbunden sind. 2. Chromatophoren körnig. Hierher gehören die meisten Formen. Die Körner sind rund (*L. Jürgensii var. pontica, Lyngbyei var., Grunowii*), oval (*L. californica, Lyngbyei, rostrata, dubia, Reichhardii*), stäbchenförmig (*L. paradoxa, lata*) oder wurmförmig (*L. remulus.*)

Podosphenia Ehrenberg.

Nach Schütt, 1896, S. 109 Synonym von *Licmophora.* Nach Pfitzer (1871, S. 125) sind zahlreiche körnige Chromatophoren vorhanden.

Licmosphenia Mereschkowsky.

Mereschkowsky (1902 c., S. 177)* definiert die Gattung folgendermaßen: „Schale keilförmig, symmetrisch oder asymmetrisch, mit 2 unvollständigen Scheidewänden im oberen Teil, die aber das Ende der Schale nicht erreichen. Scheinbare Öffnungen verschieden groß, die untere größer. Von der Gürtelseite gesehen zeigen die Scheidewände zwei Paare von Septalpunkten. Zellen gestielt oder sitzend. Endochrom körnig. Die Körner sind elliptisch (*L. Clevei*) oder stäbchenförmig (*L. Grunowii*). (1902/03, S. 174) *L. Peragalli, Schmidtii, Van-Heurckii*).

Climacosphenia Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 109. Nach Mereschkowsky (1902/03, S. 175) sind die Chromatophoren klein, rund und außerordentlich zahlreich (mehrere Hunderte).

Meridion Agardh.

Schütt, 1896, S. 110. Nach Pfitzer (1871, S. 121) sind zahlreiche kleine, längliche Chromatophoren in unregelmäßigen Längsreihen auf den Gürtelseiten angeordnet. Eine mittlere Plasmabrücke mit Kern ist deutlich. Die Angaben Pfitzers kann ich vollkommen bestätigen. (*M. circulare.*)

Odontidium Kützing.

Schütt, 1896, S. 110. Nach Pfitzer (1871, S. 120) stimmt die Gattung im innern Bau mit *Meridion* überein. (*O. vulgare, tenue.*) Nach meinen Befunden liegen die Chromatophoren sowohl den Schalen als auch den Gürtelseiten an. Der Kern ist in der Mitte der Zelle an Plasmafäden aufgehängt. (*O. vulgare.*)

Fragilaria Lyngbye.

Schütt, 1896, S. 113. Pfitzer (1871, S. 120), der den Umfang der Gattung auf *F. virescens Ralfs., F. hyalina (Kütz.), F. minima (Ralfs.) Grun.* beschränken will, gibt an, daß die zahlreichen länglich-ovalen Chromatophoren wie bei *Odontidium* gelagert seien. Nach Karsten (1899, S. 21) enthält jede Zelle 1 Chromatophor, das einer Gürtelseite anliegt, und die andere mit seinen Rändern erreicht. (*F. striatula, Crotonensis.*) *F. antarctica* besitzt nach seinen Angaben (1905, S. 123) zwei Chromatophoren an einer Gürtelseite. Nach Ott (1901, S. 772) liegt ein Chromatophor an jeder Schale. (*F. capucina.*) Mereschkowsky (1902/03, S. 176/77) unterscheidet nach dem Chromatophorenbau 3 Typen: „1. 2 Platten an den Schalen. (*F. spicula, construens var. ventricosa, tenerrima, capucina var. californica.*) Eine Art besitzt im Zentrum jeder Platte ein halbkugeliges Pyrenoid. (*F. capucina var. californica.*) 2. 4 Platten, je 2 an einer Schale. (*F. vitrea, vitrea var. arcuata, hyalina.*) Bei einer Art hat jedes Paar von Platten ein gemeinsames viereckiges Pyrenoid. (*F. hyalina.*) 3. Chromatophoren körnig.

* Ich muss die Beschreibung der Gattung nach dem Referat in Just's botanischem Jahresbericht 1902, Bd. II S. 601 wiedergeben, da mir die Originalarbeit Mereschkowskys leider nicht zugänglich war.

(*F. coccochromatica, coccochromatica var. dicephala.*)“ Die von mir untersuchten Arten gehören dem 1. (*F. capucina var. acuta, var. mesolepta*) und 3. Typ Mereschkowskys (*F. virescens*) an. Der ellipsoidische Kern liegt in einer mittleren Plasmabrücke. Beim 1. Typ ist er zwischen die verdickten pyrenoidhaltigen Mitten der Platten sozusagen eingezwängt. Bezüglich der Chromatophoren kann ich die Angaben Mereschkowskys bestätigen. Beim 3. Typ sind die Chromatophoren zahlreiche längliche Plättchen, die den Schalen anliegen und die Gürtelseiten zum größten Teil unbedeckt lassen.

Synedra Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 115. Nach Pfitzer (1871, S. 106) liegen 2 Chromatophoren den Schalen an und greifen auf die Gürtelseiten über. (*S. lunaris, ulna, capitata, pulchella, fasciculata.*) Bei marinen Arten sind nach seinen Angaben (l. c.) die Platten häufig zerschnitten, auch ganz in kleine zerfallen, deuten aber in der Stellung doch 2 große an. (*S. Gaillonii, gracilis.*) Nach Karsten (1899, S. 25) besitzen die marinen Arten zahlreiche oval-rundliche oder polygonale Chromatophorenscheibchen, die meist in der Mitte ein kleines Pyrenoid enthalten (*S. crystallina, Gaillonii, affinis, nitzschioïdes*) (1905, S. 124, *S. spathulata*), während die Süßwasserformen 2 den Gürtelseiten anliegende Platten haben. (*S. ulna var. splendens.*) Ott (1901, S. 773) bestätigt die Angaben Pfitzers. (*S. ulna.*) Mereschkowsky (1902/03, S. 177), der von der Gattung *Synedra* die Gruppen *Thalassionema* und *Ardissonia* abtrennt, unterscheidet nach dem Chromatophorenbau 3 Typen: „1. 2 Platten ruhen auf den Schalen. Pyrenoide kommen vor. (*S. ulna, acus, acus var. angustissima, affinis var. parva, var. fasciculata, minuta.*) 2. 4 Platten ruhen auf den Schalen, die beiden Paare sind in der Mitte der Zelle durch einen Querspalt getrennt. (*S. philippinarum var. gallica?*) 3. Zahl der Platten veränderlich, etwa 8—10, die auf den Schalen ruhen. (*S. investiens, affinis var. gracilis.*)“ Die von mir untersuchten Arten haben eine Platte an jeder Schale. (*S. splendens, capitata.*) Jede Platte hat in der Mediane in der Regel drei (selten mehr) Verdickungen, deren jede ein flaches, im Leben deutliches Pyrenoid umschließt. Ein ellipsoidischer Kern liegt in der mittleren Plasmabrücke. An den Zellenden finden sich keine Plasmaanhäufungen.

Ardissonia de Notaris.

Nach Schütt, 1896, S. 115. Sektion von *Synedra*. Nach Mereschkowsky (1902/03, S. 178) sind die Chromatophoren zahlreiche kleine Körner; die Körner sind rund (*A. baculus*) oder lang und schmal. (*A. fulgens, fulgens var. mediterranea.*)

Thalassionema (Grunow.) Mereschkowsky.

Nach Schütt, 1896, S. 115. Synonym von *Synedra*. Nach Mereschkowsky (1902/03, S. 178) unterscheidet sich die Gattung auffällig von *Synedra sensu stricto* dadurch, daß die Zellen durch kleine dreieckige Gallertpolster zu schwimmenden Kolonien vereinigt sind. Die Chromatophoren sind nach seinen Angaben zahlreiche (etwa 32) rundliche Plättchen, die regelmäßig in 2 Reihen an beiden Schalen angeordnet sind. (*T. nitzschioides, nitzschioides var. curvata.*)

Thalassiotrix Cleve et Grunow.

Schütt, 1896, S. 115. Nach Karsten (1899, S. 28) sind die Chromatophoren zahlreich und scheibenförmig; jedes besitzt ein zentrales Pyrenoid. (*T. longissima.*) (1905, S. 124, *T. antarctica*).

Asterionella Hassal.

Schütt, 1896, S. 117. Nach Karsten (1899, S. 28) liegen 10—20 ziemlich große, etwa rechteckige Chromatophoren den Gürtelseiten an. (*A. Bleakeleyii.*) Mereschkowsky (1902/03, S 179) unterscheidet nach dem Chromatophorenbau 3 Typen: „1. 2 oder 4 Platten liegen den Schalen an. Da die Teilungen der Zellen außerordentlich rasch aufeinander folgen, ist es sehr schwer zu sagen, ob die ruhende Zelle 2 oder 4 Chromatophoren besitzt. *(A. notata.)* 2. 2 Platten liegen nebeneinander an einer Schale. *(A. glacialis.)* 3. 8 Plättchen liegen paarweise den Schalen an. (*A. formosa.*)

Ceratoneis Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 118. Nach Pfitzer (1871, S. 97) besitzen die kleinen Formen ein Chromatophor, das einer Gürtelseite anliegt. (*C. acicularis, reversa.*) Eine Art hat zahlreiche kleine Chromatophoren. (*C. longissima.*)

Eunotia Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 118. Nach Pfitzer (1871, S. 98) liegt ein deutlicher Kern in der Zellmitte. Er gibt an, daß die Chromatophoren die konkave Gürtelseite und die Schalen bedecken, während die konvexe Gürtelseite häufig freibleibt. Die ruhende Zelle besitzt nach Pfitzer 2 Chromatophoren, die aber häufig schon quergeteilt sind, was das baldige Eintreten der Zellteilung ankündigt. (*E. pectinale, Soleirolii.*) Ott (*E. Diodon.*) (1901, S. 774) und Mereschkowsky (1902/03, S. 154) bestätigen die Angaben Pfitzers. (*E. gracilis, Diodon, lunaris, tridentula var.?*) Auch ich kann die Angaben Pfitzers bestätigen. Nach meinen Befunden ist die den runden oder langgestreckten Kern umgebende Plasmaansammlung in der Regel durch Plasmafäden mit dem Wandbeleg verbunden, während eine eigentliche Plasmabrücke fehlt. (*E. gracilis, arcus, pectinalis forma curta.*)

Achnanthes Bory de St. Vincent.

Schütt, 1896, S. 120. Nach Pfitzer (1871, S. 85) liegen 2 Chromatophoren den Gürtelseiten an und greifen auf die Schalen über. Sie sind in der Mitte unterbrochen. (*A. brevipes, subsessilis.*) Bei einer Art hat Pfitzer zahlreiche kleine Chromatophoren gefunden. (*A. longipes.*) Karsten (1899, S. 25—27) hat 2 Typen von Chromatophoren beobachtet: „1. 2 Chromatophoren beiderseits des zentralen Kerns. Jedes besteht aus 2 die Gürtelseiten bedeckenden Platten, die sich in der Schalenansicht durch ein schmales Querband, welches das deutlich hervortretende Pyrenoid enthält, verbunden zeigen. (*A. brevipes, subsessilis.*) 2. Zahlreiche kleine rundliche, scheibenförmige Chromatophoren mit je 1 Pyrenoid. (*A. longipes.*).“ Auch Mereschkowsky (1902/03, S. 129) gibt an, daß *A. longipes* zahlreiche kleine Chromatophoren besitze, was überhaupt für die Gattung charakteristisch sei (1903, c. S. 288).

Achnanthidium Kützing.

Nach Schütt, 1896, S. 121. Sektion von *Achnanthes.* Nach Pfitzer (1871, S. 86) liegt ein Chromatophor der konvexen Schale an. Mereschkowsky (1903, c. S. 284) rechnet zu dieser Gattung nur diejenigen Arten, die 4 Chromatophoren an den Gürtelseiten besitzen, die paarweise durch ein gemeinsames Pyrenoid verbunden sind. Nach seinen Beobachtungen sind die Pyrenoide bisweilen ungefärbt. (1902/03, S. 129). (*A. brevipes, subsessilis, cocconeiformis, glabrata, Agardhii.*) Die Süßwasserformen von *Achnanthidium* rechnet Mereschkowsky zu *Microneis.* Die von mir untersuchte *Achnanthes minutissima Kütz.* besitzt ein Chromatophor, das der konvexen Gürtelseite anliegt und mit seinen Lappen bis auf die konkave Gürtelseite hinüberreicht. Sie stimmt also genau mit der von Pfitzer für *Achnanthidium* gegebenen Beschreibung überein, wird demnach wohl zu dieser Gattung zu rechnen sein.

Microneis Cleve.

Nach Mereschkowsky (1902/03, S. 145) stimmt die Gattung im Schalenbau mit *Achnanthidium* überein. Er gibt an, daß das einzige Chromatophor die eine Gürtelseite und die dorsale (konvexe) Schale bedecke, während die andere Gürtelseite und die zentrale Schale frei blieben. Nach seinen Beobachtungen hat eine Art in dem Winkel zwischen Schale und Gürtelband ein Pyrenoid. (*M. affinis, minutissima var. cryptocephala, lanceolata var (?)*).

Cocconeis Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 121. Nach Pfitzer (1871, S. 87) liegt ein Chromatophor der konvexen Schale an und ist mit den Rändern etwas auf die Gürtelbänder umgeschlagen. Der Rand ist zer-

schnitten und besitzt regelmäßig eine tiefe seitliche Bucht, die kreisförmig erweitert ist. Ein Zellkern ist wie eine mittlere Plasmaanhäufung deutlich wahrnehmbar. (*C. Pediculus.*) Nach Karsten (1899, S. 93) liegt ein plattenförmiges Chromatophor der oberen Schale an. Dies ist nach seinen Beobachtungen bei *C. Scutellum* stellenweise durchlöchert und enthält ein Pyrenoid, das etwas seitlich verschoben ist. (*C. Scutellum, Placentula.*) Mereschkowsky (1902/03, S. 144) beschreibt das Chromatophor ebenso wie Pfitzer. (*C. Placentula, pediculus, scutellum, scutellum var. maxima, dirupta, dirupta var. sigmatissima, molesta var.*) Für die von mir untersuchte *C. Placentula* kann ich die Angaben Pfitzers bestätigen. Doch ist hier der Kern an Plasmafäden aufgehängt, während eine eigentliche Plasmaansammlung fehlt.

Navicula Bory de St. Vincent.

Schütt, 1896, S. 124. Nach Pfitzer (1871, S. 31/32) wird der Zellraum in der Mitte von einer Plasmabrücke durchsetzt, die den Kern enthält. 2 plattenförmige Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an und greifen beiderseits auf die Schalen über. (*N. radiosa, gracilis, capitata, lanceolata, cuspidata var. ambigua, elliptica.*) Die gleiche Beschreibung wie Pfitzer, geben Lauterborn (1896, S. 18, 25) (*N. cuspidata, amphisbaena, oblonga.*), Karsten (1899, S. 44) (*N. retusa, globiceps, bahusiensis, rhynchocephala var. amphiceros, viridula var. lata, var. rostellata, humilis, peregrina, salinarum, Cyprinus, Placentula, dicephala var.?, anglica, corymbosa, ramosissima, directa, subtilis, crucigera, ammophila var. lata, cancellata var. Gregorii, crucicula, Liber, neglecta, humerosa, latissima, latissima var. constricta, elliptica var. grandis, Reichhardii, pygmaea, Smithii, litoralis, Graeffii, gemmatula, interrupta, Musca, didyma, Bombus, Scopulorum, Grevillei, complanata, aucklandica.*) und Ott, 1901, S. 776 *(N. oblonga, radiosa, gracilis).* Karsten (1899, S. 46) sondert von *Navicula* eine Gruppe *Pseudo-Navicula* ab, der nach seinen Angaben die Chromatophoren meist in Gestalt zweier, vielfach eingeschnittener Platten dauernd den Schalen anliegen. *(N. punctulata, abrupta, forcipata, Hennedyi, Lyra.)* Nach Ausscheidung der Formen, die zu den Gattungen — *Caloneis* Cleve., *Catenula* Mereschkowsky., *Clevia* Mereschkowsky., *Cyclophora* Castracane., *Diploneis* Cleve., *Libellus* Cleve., *Placoneis* Mereschkowsky., *Pinnularia* Ehrenberg., *Stauroneis* Ehrenberg., *Stauronella* Mereschkowsky., *Staurophora* Mereschkowsky., *Sellaphora* Mereschkowsky., *Trachyneis* Cleve., *Okedenia* (Eulenstein)., Mereschkowsky. — gehören, unterscheidet Mereschkowsky (1902/03, S. 117) bei *Navicula* nach dem Chromatophorenbau 2 Typen: „1. 2 Platten liegen symmetrisch an den Gürtelseiten. 2. 2 Platten liegen asymmetrisch an den Gürtelseiten. (*N. palpebralis, palpebralis var. pontica, halophila, acus (?), scabriuscula, rhynchocephala, cryptocephala, exilissima, debilissima, cuspidata, cuspidata var. ambigua, var. maxima, viridula, viridula var. poltavica, cancellata, oblita, genuflexa, ostrearia, gracilis, cincta var. leptocephala, distans, hungarica var. capitata, perpusilla, mollis, avenacea, gregaria, depressa (?), Woroninii, anglica (?), directa, digitoradiata, digitoradiata var. cyprinus.*) Eine Sonderstellung nimmt *N. pelliculosa* ein, bei der die beiden Chromatophoren an einer Schale liegen, doch ist dies wohl eine Anpassung an die Lebensweise der Art. — Pyrenoide fehlen, außer bei *N. depressa (?)*, die 2 besitzt.“ Für die von mir untersuchten Arten kann ich die Beschreibung Mereschkowskys bestätigen. (*N. cuspidata, cuspidata var. ambigua, var. . . ?, Kefvingensis, gracilis, radiosa, viridula, cryptocephala, exilissima.*) Doch habe ich bei *Navicula limosa, N. globiceps, N. bacilliformis* (Tafel I, Figuren 14, 15, 16) einen Bau der Chromatophoren gefunden, der wesentlich von den obenbeschriebenen Typen abweicht. Diese Arten besitzen nur ein Chromatophor, das mit seiner Mittellinie einer Schale anliegt, die Gürtelseiten und einen Teil der gegenüberliegenden Schale bedeckt. Das Chromatophor hat unter der Raphe ein Paar tiefer medianer Längsspalten, die nur ein schmales Stück in der Zellmitte unzerteilt lassen. Die freien Ränder sind glatt. Pyrenoide fehlen. Das schmale Verbindungsstück der beiden Chromatophorenhälften ist bei der Anwendung schwächerer Systeme leicht zu übersehen, es scheinen dann die Zellen 2 Chromatophoren entsprechend dem Gattungscharakter zu besitzen. Doch fehlt nach meinen Beobachtungen das Verbindungsstück niemals. Im Bau des Chromatophors ist eine Ähnlichkeit mit *Sellaphora* Mereschkowsky. (siehe unten) zu erkennen, doch erscheint es mir zweifelhaft, ob die genannten Arten zu dieser Gattung zu zählen sind. *Navicula bacilliformis* wird

von Mereschkowsky (1902, a. S. 191), der diese Art nicht lebend untersucht hat, auf Grund ihrer Schalenstruktur zur Gattung *Sellaphora* gerechnet.

Pinnularia Ehrenberg.

Nach Schütt 1896, S. 126. Sektion von *Navicula*. Nach Pfitzer (1871, S. 28) stimmt die Gattung im innern Bau mit *Navicula* überein. (*P. nobilis, maior, viridis, hemiptera, Tabellaria, dicephala.*) Lauterborn (1896, S. 18, 25.) (*P. nobilis, maior, viridis*) und Ott (1901, S. 776.) (*P. viridis*) bestätigen die Angaben Pfitzers. Nach Mereschkowsky (1902/03, S. 121) sind die beiden stets symmetrisch gelagerten Chromatophoren sehr in die Länge und Breite entwickelt. Die Ränder sind ganz oder unregelmäßig gelappt. Pyrenoide kommen vor, es liegt eines im Zentrum jedes Chromatophors. (*P. mesolepta, subcapitata* (?), *appendiculata* (?). (*P. viridis, nobilis, Trevelyana, interrupta, stauroptera var. interrupta, mesolepta, mesogongyla, borealis, Braunii, subcapitata* (?), *appendiculata* (?).) Nach meinen Beobachtungen ist der Kern bei den pyrenoidführenden Formen gestreckt — biskuitförmig. Im übrigen kann ich die Angaben Pfitzers mit den Zusätzen Mereschkowskys bestätigen. (*P. nobilis, maior, viridis, biceps, gibba, mesolepta, interrupta.*)

Caloneis Cleve.

Nach Schütt 1896, S. 124. Synonym von *Navicula*. Nach Mereschkowsky (1902/03, S. 121) ist die Gattung charakterisiert durch die starke Längen- und Breitenentwicklung der beiden den Gürtelseiten anliegenden Chromatophoren und durch die mehr oder weniger zerschnittenen Ränder derselben. Bei *C. liber var. linearis* 2 Pyrenoide in jedem Chromatophor. (*C. amphisbaena, liber var. linearis, permagna var. lacustris, formosa var. a., var. b., var. quadrilineata.*) Bei der von mir untersuchten *C. amphisbaena* wird die mittlere Plasmamasse durch den Kern gegen die Vacuolen vorgewölbt. Die Chromatophoren sind stets etwas asymmetrisch gelagert. Ihre Ränder sind glatt, sie besitzen aber eine Bucht in der Zellmitte.

Diploneis Cleve.

Nach Schütt 1896, S. 124. Synonym von *Navicula*. Mereschkowsky (1902/03, S. 123 unterscheidet nach dem Chromatophorenbau drei Typen: „1) 2 Platten ohne Längseinschnitte liegen den Gürtelseiten an; die Ränder sind tief und regelmäßig gelappt. (*D. Smithii, ovalis, vacillans, advena, advena var. parca, hyalina.*) 2. Platten mit Längsspalten. Von jedem Ende der Platte reichen 2 schmale tiefe Einschnitte fast bis zur Mitte. Die Spalten liegen unter dem Rand der Schale, da, wo diese an das Gürtelband stößt. (*D. crabro var. separabilis, bombus, interrupta.*) 3. Jede der beiden Platten reicht mit einem Ende bis in die gegenüberliegende Zellhälfte, bedeckt also nicht nur die Seite, sondern auch das Ende der Zelle. Die Ränder sind ganz. (*D. papula.*) Pyrenoide fehlen, nur *D. interrupta* besitzt ein solches im Zentrum jeder Platte.“ Die von mir untersuchte *D. elliptica* gehört dem ersten der beschriebenen Typen an. Bei ihr ist die mittlere Plasmabrücke auffällig schmal, verbreitert sich nach einer Gürtelseite zu und umschließt hier den Kern. Die Chromatophoren bedecken auch die Schalen zum größten Teil.

Clevia Mereschkowsky.

Diese Gattung umfaßt nach Mereschkowsky (1902/03, S. 124) die Gruppen der *Naviculae punctatae* und *lyratae*. Nach seinen Angaben (l. c., S. 125) liegen die beiden Chromatophoren den Schalen an; jedes besitzt 2 Längsspalten unter der Raphe. Oft ist auch ein Paar medianer Querspalten vorhanden. Die Ränder sind stets gelappt. (*C. humerosa, granulata, clavata var. caribaea.*)

Neïdium Pfitzer.

Nach Schütt, 1896, S. 124. Synonym von *Navicula*. Nach Pfitzer (1871, S. 39) gehören in diese Gattung Formen aus der Gruppe der *Naviculae limosae*. Nach seinen Angaben (l. c. S. 40) sind

die Schalen durch die Anordnung ihrer Punkte in deutlichen Längsreihen und den ziemlich großen, länglich viereckigen Mittelknoten ausgezeichnet. Von *Navicula* unterscheidet sich die Gattung hauptsächlich durch das Verhalten der Chromatophoren bei der Teilung und dadurch, daß diese sehr häufig in der Mitte unterbrochen sind, so daß deren eigentlich 2 Paare vorhanden sind. (*N. firmum, Amphigomphus, affine, limosum.*) Im Gegensatz zu Pfitzer betont Mereschkowsky (1902/03, S. 127), daß stets 4 Chromatophoren vorhanden seien, je 2 durch einen Querspalt voneinander getrennt. Nach seinen Beobachtungen ist dieser bald breit und deutlich, bald sehr schmal und in der Mitte erweitert. An den Enden besitzen die Chromatophoren einen mehr oder weniger tiefen Längsspalt. Die auf die Schalen umgeschlagenen Ränder sind ganz. Jedes Chromatophor besitzt in der Mitte ein großes Pyrenoid. (*N. iridis, affine, affine var. amphirhynchus, dubium, bisulcatum, constrictum.*)

Anomoeoneis Pfitzer.

Nach Schütt, 1896, S. 124. Synonym von *Navicula*. Pfitzer (1871, S. 78), der den Umfang der Gattung zunächst auf *Navicula sphaerophora Kütz.* beschränkt, gibt folgende Beschreibung: „Die feinen Punkte auf den Schalen fehlen an einer Seite des Mittelknotens, und zwar liegen diese bis an den Rand reichenden glatten Stellen auf beiden Schalen auf derselben Seite; *Anomoeoneis* ist somit nach demselben Prinzip wie die *Cymbellen* asymmetrisch, trotz ihres symmetrischen Umrisses. Dem entspricht der innere Bau. Die mittlere Plasmamasse ist an beiden Gürtelseiten verschieden breit, und zwar schmäler an derjenigen, welcher ein bandförmiger dichter Plasmakörper und die Mediane des einzigen Chromatophors anliegt. Dasselbe wird hier durch Einschnitte von den Enden her geteilt. Auf den Schalen zeigt das Chromatophor außer einem Paar von Einschnitten unter den Längslinien noch eine tiefe seitliche Bucht. Dementsprechend finden wir auf der nur von den Rändern des Chromatophors erreichten Gürtelseite 4 Lappen. Das dichtere Plasmaband ist in der Mitte am schmalsten und schiebt sich zwischen Zellwand und Chromatophor ein, welch letzteres an dieser Stelle meist eine kleine Durchbrechung zeigt. Nach Schmitz (1884, S. 124/25) ist eine solche Durchbrechung nicht vorhanden, sondern das Chromatophor liegt an dieser Stelle der Wand an, ist verdickt und enthält an der Kante zwischen Schale und Gürtelband je ein Pyrenoid. Beide Pyrenoide sind durch eine schmale Brücke, die sich quer über die Gürtelseite hinzieht, verbunden. (*A. sphaerophora*). Nach meinen Beobachtungen liegt ein großer Kern in der Zellmitte, der die Plasmabrücke gegen die Vacuolen vorwölbt. Im Übrigen kann ich die Angaben Pfitzers mit den durch Schmitz hinzugefügten Berichtigungen bestätigen. Doch will es mir richtiger scheinen, bei *Anomoeoneis* von einem Pyrenoid zu sprechen, das Hantelform besitzt, und nicht von zweien, wie dies Schmitz tut. (*A. sphaerophora.*)

Placoneis Mereschkowsky.

Mereschkowsky (1903 d. S. 3/4) charakterisiert die wegen ihres inneren Baues von *Navicula* abgetrennte Gattung folgendermaßen: „Schalen symmetrisch, gewöhnlich elliptisch oder lanzettlich bezw. linearelliptisch, oft mit stumpfen, mehr oder weniger schiffsschnabelartigen Enden. Symmetrische oder asymmetrische Struktur, zusammengesetzt aus fein punktierten Leisten, die in der Mitte oft weitläufiger und bisweilen abwechselnd kürzer und länger sind. Achsialfläche schmal oder fehlend. Zentralknoten verlängert. Freie, nicht gestielte Formen. Verbindungszone einfach oder mit schwachen Längslinien. Das Endochrom setzt sich aus einer einzigen, auf der dorsalen Verbindungszone ruhenden Chromatophorenplatte zusammen und schließt sich entweder an dieselbe an, oder ist durch einen weiten Raum von der verbindenden Membran getrennt. Stets findet sich ein zentrales Pyrenoid.“ (*P. exigua, dicephala, dicephala var. subcapitata, mutica, mutica var. Goeppertiana, gastrum.*) Die Angaben Mereschkowskys über den inneren Bau der Gattung kann ich nach meinen Untersuchungen bestätigen und ihnen noch folgendes hinzufügen: „Das Chromatophor besitzt gewöhnlich Längsspalten, je ein Paar auf den Schalenseiten unter der Raphe und außerdem jederseits eine mittlere Querbucht wie bei *Anomoeoneis.* Das Pyrenoid ist in der Regel flach und im Leben nicht deutlich. Der im Leben kaum hervortretende Kern liegt in einer

Plasmabrücke, die sich von der Mitte einer Gürtelseite nach dem mittleren Teil des Chromatophors erstreckt. Der Raum zwischen Chromatophor und Dorsalseite ist von Zellsaft erfüllt. (*Placoneis dicephala, bicapitata, Placentula.*)

Catenula Mereschkowsky.

Nach Mereschkowsky (1902/03, S. 143) ist die Gattung charakterisiert: „1) durch die zu Bändern vereinigten Zellen; 2) durch halbmondförmige, stark asymmetrische Schalen, 3) durch die gefaltete Zone, 4) durch den Besitz einer einzigen Chromatophorenplatte, die auf der ventralen Gürtelseite ruht, mit den Rändern auf die Schalen umgeschlagen ist und keine Längsspalten hat, 5) durch das Fehlen von Pyrenoiden." (*C. adhaerens, pelagica*).

Sellaphora Mereschkowsky.

Mereschkowsky (1902 a, S. 186) charakterisiert die Gattung folgendermaßen: Schalen schmal, symmetrisch, linear oder elliptisch, Enden stumpf, Endknoten entfernt, Streifung gewöhnlich fein, Gürtelband einfach. Ein Chromatophor liegt mit seinem schmalen Mittelteil an der Oberfläche einer Schale und entsendet 4 Verlängerungen auf die Gürtelseiten (*S. pupula, pupula var. rectangularis, var. bacillarioides, Borscowii, elliptica*).

Cyclophora Castracane.

Nach Schütt 1896, S. 124. Synonym von *Navicula*. Mereschkowsky (1903, c. S. 397) gibt folgende Beschreibung: „Das Endochrom bei Cyclophora besteht aus zahlreichen (10—20) langen stäbchenartigen Körpern, die in zwei Bündeln, je eines in jeder Schalenhälfte gelegen sind und nach der zentralen Protoplasmamasse verlaufen, in die ihre inneren Enden eingesenkt sind, die sich etwas nach dem Zentrum der Zelle hin krümmen. Die Endochromstäbchen liegen in zwei Schichten auf der Oberfläche beider Gürtelseiten, so daß es eigentlich vier Bündel sind. Die Stäbchen sind nicht zylindrisch, sondern abgeflacht, weshalb sie eher Bänder genannt werden können. Die Länge der Bänder variiert ziemlich stark." (*C. tenuis.*)

Schizonema Agardh.

Nach Schütt, 1896, S. 128. Teilgattung von *Navicula*. Nach Pfitzer (1871. S. 61) stimmt die Gattung im inneren Bau mit *Navicula* überein. (*Sch. cruciger.*)

Colletonema Thwaites.

Nach Schütt, 1896, S. 128. Sektion von *Schizonema*. Pfitzer (1871, S. 60) beschreibt die Gattung folgendermaßen: „Eine mittlere körnige Plasmamasse und zwei den Gürtelbändern anliegende Endochromplatten, sowie zwei von den letzteren bedeckte wandständige dichtere Plasmabildungen lassen sich leicht erkennen. Ob die letzteren als Kerne aufzufassen sind, läßt sich bei der dichten Anhäufung der Zellen in den sie einschließenden Gallertröhren sehr schwer entscheiden. Die noch zwischen den dichten Massen vorhandene körnige Plasmamasse ist aber so schmal, daß ein Zellkern gewöhnlicher Größe dort nicht Platz genug hätte." (*C. vulgare.*) Nach Schmitz (1884, S. 118) besitzt jedes Chromatophor ein zentrales Pyrenoid und ein Paar Längseinschnitte in der Mediane. (*C. vulgare.*) Die Angaben von Schmitz kann ich bestätigen. Der mittlere Teil des Chromatophors, der das deutlich hervortretende Pyrenoid umschließt, ist stark verdickt und liegt der Zellwand an. Zwischen den verdickten Mitten der Chromatophoren liegt ein kleiner biskuitförmiger Zellkern. Von dem Vorhandensein der Längseinschnitte habe ich mich nicht bestimmt überzeugen können. (*C. vulgare.*)

Stauroneis Ehrenberg.

Nach Schütt, 1896, S. 128. Untergattung von *Navicula*. Nach Pfitzer (1871, S. 57) stimmt die Gattung im innern Bau vollkommen mit *Navicula* überein. Nach Mereschkowsky (1903, a. S. 157/58) besitzen die Chromatophoren stets mehrere Pyrenoide und unterscheiden sich dadurch scharf

von *Navicula*. (*St. Phoenicenteron, anceps, ancestralis.*) Die von mir untersuchten Arten besitzen 2—4 Pyrenoide in jedem Chromatophor, die in annähernd gleichen Abständen in der Mediane liegen. Im übrigen kann ich die Angaben Pfitzers bestätigen. (*St. Phoenicenteron, anceps.*)

Pleurostauron Rabenhorst.

Nach Schütt, 1896, S. 129. Sektion von *Stauroneis*. Nach Pfitzer (1871, S. 57) (*P. acutum, Legumen*) und Lauterborn (1896, S. 19, 25) (*P. acutum*) stimmt die Gattung im innern Bau mit *Navicula* überein. Die Angaben der genannten Autoren kann ich nicht bestätigen. Die von mir untersuchte *P. acutum* stimmt im Wesentlichen mit *Stauroneis* überein. Die mittlere Plasmabrücke steht mit den endständigen Plasmaanhäufungen und dem plasmatischen Wandbeleg durch ein Gewirr von Plasma-Fäden und -Lamellen in Verbindung, sodass an Stelle von zwei großen Vacuolen zahlreiche kleine vorhanden sind. Zwei Chromatophoren liegen den Gürtelseiten an und greifen auf die Schalen über. In der Mediane jedes Chromatophors liegen 4 relativ große deutliche Pyrenoide.

Stauronella Mereschkowsky.

Mereschkowsky (1901, c. S. 430) charakterisiert die wegen ihres inneren Baues von *Stauroneis* abgetrennte Gattung folgendermaßen: „Zellen schmal, linear oder an den Enden zugespitzt, meist in der Mitte eingeschnürt. Enden abgestumpft oder abgerundet, selten keilförmig. Raphe gerade, symmetrisch, Zentralknoten seitlich zu einem Stauros verbreitert. In der Gürtelansicht eingeschnürt, Gürtelband zusammengesetzt. Zwei auf einer Gürtelseite quer liegende Chromatophoren, jedes mit einem ansehnlichen Pyrenoid.“ (*St. constricta, constricta var. linearis.*)

Staurophora Mereschkowsky.

Mereschkowsky (1903, d. S. 20) hat die Gattung wegen ihres inneren Baues von *Stauroneis* abgetrennt und charakterisiert sie wie folgt: „Schale symmetrisch, lanzettförmig. Achsialfläche undeutlich, Zentralfläche in einen Querstauros erweitert. Struktur: kleine, aber deutliche Punkte in schwach strahlenförmigen oder Querleisten angeordnet. Zone komplex. Endochrom aus einer einzigen Platte bestehend, die auf der Verbindungszone ruht und deren Ränder sich auf die Schalen zurückbiegen; sowohl Zonen- wie Schalenteil sind mit breiten Längsspalten versehen. Zentrales Pyrenoid.“ (*St. salina, salina var. latior, Gregorii.*)

Libellus Cleve.

Nach Schütt, 1896, S. 129. Sektion von *Stauroneis*. Karsten (1899, S. 65) gibt für *Libellus constrictus* folgende Beschreibung: „Chromatophoren zwei, beiderseits des die Zellmitte einnehmenden Kernes. Jedes Chromatophor stellt eine an einer Gürtelseite offene, hohlzylindrische Röhre dar, an der anderen Gürtelseite befindet sich ein im Leben wenig bemerkbares Pyrenoid. Die beiden Pyrenoide können in einer Zelle auf derselben oder auf verschiedenen Gürtelseiten liegen. Beide Chromatophoren sind an den Zellenden wie an dem dem Kern zugekehrten Rande mehr oder weniger tief ausgerandet. Eine mittlere taillenförmige Einschnürung ist an jedem Chromatophor kenntlich.“ Mereschkowsky (1902/03, S. 114/15) unterscheidet nach dem Chromatophorenbau zwei Typen: „1. 2 symmetrische Platten mit gezackten Rändern. 2. Ein Chromatophor, dessen beide Hauptteile stark asymmetrisch auf beiden Gürtelseiten liegen und in der Zellmitte durch ein oder zwei Querbänder verbunden sind, die quer durch den Zellraum verlaufen. Dem 1. Typ gehören *L. rhombicus, Grevillei, cruciatus,* dem 2. Typ *L. complanatus, libellus, reticulatus, lobuliferus, parvulus* an.“

Trachyneis Cleve.

Nach Schütt, 1896, S. 130. Sektion der Untergattung *Dictyoneis* Cleve. Enthält die *Naviculae asperae* Grunows. Nach Mereschkowsky (1902/03, S. 125/26) liegen in einigen Fällen 2, in anderen 4 Chromatophoren, die anscheinend keine Pyrenoide besitzen, den Gürtelseiten an.

Frustulia Agardh.

Nach Schütt, 1896, S. 130. Sektion von *Vanheurckia* Brébisson. Pfitzer (1871, S. 59) macht über den innern Bau folgende Angaben: „Die primordiale Zelle ist in ihren Grundzügen nach der für alle *Naviculeen* gültigen Regel gebaut, insofern sie eine mittlere Plasmamasse und zwei den Gürtelseiten anliegende Endochromplatten erkennen läßt. Diese haben aber die bemerkenswerte Eigentümlichkeit, sich an der Zellmitte von der Wand zu entfernen, und es ist eine halbkugelige dichte Plasmamasse zwischen Zellwand und Endochromplatte eingeschaltet. Die letztere pflegt dabei hier etwas durchbrochen zu sein, sodaß die halbkugeligen Massen mit der großen, körnigen Plasmaanhäufung in Verbindung stehen.“ Nach Schmitz (1884, S. 116/17) sind die Chromatophoren im Zentrum verdickt, nach dem Zellinnern zu vorgewölbt, nicht durchbrochen und enthalten in der Verdickung ein deutliches Pyrenoid. Nach seinen Angaben hat jedes Chromatophor zwei mittlere Längsspalten, die bis zur verdickten Mitte reichen.

Brebissonia Grunow.

Nach Schütt, 1896, S. 131. Sektion von *Vanheurckia*. Den Angaben Pfitzers entnehme ich Folgendes: „Außer dem der Wand anliegenden, an den Zellenden am stärksten entwickelten Plasmaschlauch findet sich bei *Brebissonia* eine mittlere größere Plasmamasse. Auch die wandständigen Körper aus dichterem Plasma, welche bei *Frustulia* sich finden, fehlen nicht, aber es ist in jeder Zelle nur ein einziger vorhanden, welcher der Mitte eines Gürtelbandes anliegt. Die einzige Endochromplatte bedeckt dasselbe Gürtelband, schlägt sich dann beiderseits nach den Schalen hin um und erreicht noch mit ihren in der Mitte seicht ausgebuchteten Rändern das gegenüberliegende Gürtelband. Da, wo auf den Schalen die beiden Längsspalten verlaufen, hat die Endochromplatte schmale tiefe Ausschnitte, so daß die Längsspalten jeder Schale mit Ausnahme ihres unmittelbar am Mittelknoten gelegenen Teils farblos erscheinen.“ (*B. Boeckii.*) Nach Schmitz (1884, S. 123) ist das Chromatophor nicht von der Zellwand abgebogen, enthält aber in einem mittleren verdickten Abschnitt ein deutliches Pyrenoid. Schmitz erwähnt, daß das Chromatophor in der Mediane noch ein drittes Paar von Längsspalten habe, die es bis auf den mittleren verdickten Abschnitt zerteilen. (*B. spec.?*) Nach Hauptfleisch (1895, S. 68) erstreckt sich das Pyrenoid von Schale zu Schale und hat etwa die Form eines halben Zylinders. (*B. Boeckii.*) Karsten betont (1899, S. 95), daß der pyrenoidhaltige Abschnitt des Chromatophors stets etwas von der Wand entfernt sei. Er gibt ferner an (l. c. S. 172), daß ein nierenförmiger Zellkern an der vom Chromatophor nicht bedeckten Gürtelseite liege. (*B. Boeckii, staurophora.*) Mereschkowsky (1902/03, S. 141) beschreibt das Chromatophor ebenso wie Schmitz.

Amphipleura Kützing.

Schütt, 1896, S. 131. Nach Pfitzer (1871, S. 93) liegen zwei Chromatophoren den Gürtelseiten an; eine mittlere Plasmamasse ist deutlich. (*A. pellucida.*) Karsten (1899, S. 91) gibt für *A. micans* folgende Beschreibung: „Ein Chromatophor einer Schale anliegend und über die beiden Gürtelseiten übergreifend, auf der Schalenseite wie auf beiden Gürtelseiten bis auf ein schmales Verbindungsstück eingeschnürt, sodaß in jeder Zellhälfte vier, einander paarweise deckende lange Zipfel liegen. Auf jeder Gürtelseite ein Pyrenoid in der Mitte des Verbindungsstückes.“ Ott (1901, S. 788) bestätigt die Angaben Karstens. (*A. pellucida.*) Nach Mereschkowsky (1901, a. S. 17) liegen 2 Chromatophoren symmetrisch den Gürtelseiten an, sind aber sehr wenig in die Länge entwickelt. (*A. micans.*)

Pleurosigma W. Smith.

Schütt, 1896, S. 132. Nach Pfitzer (1871, S. 57) schließt sich die Gattung im inneren Bau an *Navicula* an. Die Süßwasserarten sind weiter unten bei *Gyrosigma*, wohin sie gehören, beschrieben. Nach Pfitzer (l. c.) haben die größeren Formen des Meeres gewöhnlich vielfach lappig zerschnittene, stellenweise sogar durch Löcher unterbrochene Chromatophoren. (*P. balticum, angulatum, elongatum,*

decorum.) Karsten (1899, S. 72/73) unterscheidet nach den Chromatophoren vier Gruppen: „1. Die erste entspricht der Gattung *Gyrosigma* und ist deshalb auch dort beschrieben. 2. Es sind stets vier bandförmige Chromatophoren vorhanden, von denen je zwei auf jeder Gürtelseite liegen. Die Ränder sind meist glatt oder wellig. 3. Zwei lange bandförmige Chromatophoren, die zahlreiche ovale Pyrenoide führen. Die langen Bänder sind entweder sehr regelmäßig in Schleifen geordnet oder sie zeigen auf den Gürtelseiten zahlreiche Windungen, ohne daß eine ausgesprochene Symmetrie kenntlich ist. 4 Die vier, zu zweien je einer Gürtelseite anliegenden Chromatophoren greifen beiderseits bis an die streng scheidende Raphe auf die Schalen hinüber. Vom Rande her sind schmale Einschnitte tief in die Chromatophorenplatten getrieben.“ (*P. Nubecula, delicatulum, marinum, angulatum, longum, elongatum, strigosum, neglectum, staurolineatum, rigidum, giganteum*) (1905, S. 127, *P. directum*). Mereschkowsky (1902/03, S. 133/34) unterscheidet drei Typen von Chromatophoren: „1. Die vier stark gewundenen Chromatophorenbänder sind sehr regelmäßig, aber verschieden auf beiden Schalen angeordnet; auf der einen bilden sie vier Schlingen (Schlingenschale), auf der andern vier Haken (Endenschale). 2. Die vier Bänder sind meistens gerade, wenn sie Schlingen bilden, so sind diese unregelmäßig. Die Bänder sind nach folgender Regel angeordnet: Wenn das rechte obere Band auf einer Schale ruht, so liegt auf dieser Schale auch das linke untere Band. Die andere Schale wird dann von dem linken oberen und dem rechten unteren Band eingenommen. 3. Chromatophoren körnig. Es kommen zahlreiche Pyrenoide vor.“ (*P. Normannii, cuspidatum, decorum, delicatulum, rigidum, formosum, nubecula, angulatum, latum, aestuarii, longum.*)

Gyrosigma Hassal.

Nach Schütt, 1896, S. 132. Sektion von *Pleurosigma.* Nach Pfitzer (1871, S. 57) sind bei den hierher zu rechnenden Süßwasserarten von *Pleurosigma* die beiden, den Gürtelseiten anliegenden Chromatophoren nur wenig vom Rande her eingeschnitten. (*G. attenuatum, acuminatum, Spencerii.*) Mit der Beschreibung Pfitzers stimmen die Angaben Karstens (1899, S. 72) für seine hierher gehörigen *„Pleurosigmata naviculoidea“* überein. (*P. litorale, Fasciola, Spencerii, tenuissimum, eximium, intermedium.*) Nach Ott (1901, S. 781) sind die Süßwasserarten von *Pleurosigma* durch zwei den Gürtelseiten anliegende Chromatophoren charakterisiert. (*P. attenuatum.*) Den Angaben Mereschkowskys (1902/03, S. 135/36) entnehme ich folgendes: „Stets liegen zwei Chromatophoren den Gürtelseiten an. Diese sind meist symmetrisch, seltener asymmetrisch. Die Ränder sind ganz, oder unregelmäßig zerschnitten, oder regelmäßig gelappt. Anscheinend besitzen sämtliche Arten Pyrenoide.“ (*G. balticum, attenuatum, Spencerii, Spencerii var. curvula, var. exilis, fasciola, fasciola var. arcuata, Wandsbeckii, diminutum, tenuissimum, Febigerii, prolongatum, prolongatum var. closterioides, contortum, distortum, Kützingii, subsalina, compactum, scalproides.*) Für die von mir untersuchten Arten kann ich die Angaben Mereschkowskys bestätigen. Die mittlere Plasmabrücke umschließt den fast stets deutlichen Kern. Die Chromatophoren lassen in der Gürtelansicht eine Anzahl schmaler paralleler Pyrenoide erkennen. Die Pyrenoide der einen Platte sind gegen die Pervalvarachse nach rechts, die der anderen nach links geneigt, sodaß sie aufeinander projiziert gekreuzt erscheinen. (*G. attenuatum, Kützingii.*)

Scoliopleura Grunow.

Schütt, 1896, S. 132. Karsten (1899, S. 84) gibt folgende Charakteristik: Vier Chromatophoren, je zwei auf jeder Gürtelseite, kaum auf die Schalen übergreifend. Ränder glatt mit einem Ausschnitt um den zentralen Zellkern. In der Mitte jedes Chromatophors ein weit ins Zelllumen einspringendes Pyrenoid.“ (*S. latestriata.*) *S. pelagica* besitzt nach Karsten (1905, S. 127) mehrere bandförmige Chromatophoren. Mereschkowsky (1902/03, S. 128) gibt die gleiche Beschreibung wie Karsten mit dem Unterschied, daß je zwei gegenüberliegende Chromatophoren ein gemeinsames Pyrenoid hätten. (*S. latestriata var. amphora.*)

Toxonidea Donkin.

Schütt, 1896, S. 133. Nach Mereschkowsky (1901, a. S. 20/21) liegen von den vier bandförmigen Chromatophoren zwei an der dorsalen und zwei an der ventralen Gürtelseite in Schleifen und Windungen; die Anordnung des dorsalen Paares ist von der des ventralen verschieden. (*T. insignis.*)

Tropidoneis Cleve.

Schütt, 1896, S. 133. Die drei von Karsten (1899, S. 87—89) untersuchten Arten gehören drei verschiedenen Chromatophorentypen an: „1. Zwei Chromatophoren, den Gürtelseiten anliegend; jedes durch drei tiefe Einschnitte in vier Teile zerlegt, in jedem Viertel ein großes ovales Pyrenoid. (*T. Lepidoptera.*) 2. Zwei Chromatophoren liegen einer Schale mit der Mittellinie an und greifen bis über die gegenüberliegende Schale mit den Rändern hinweg. Von diesem Rande aus schneiden auf jeder Gürtelseite tiefe, unregelmäßige Buchten ins Chromatophor ein, so daß jedes in vier, oft nur durch einen ganz schmalen Rücken in Verbindung erhaltene Lappen zerlegt wird. In der Mitte jedes Lappens ist ein sehr deutliches, mit einem Hof umgebenes Pyrenoid vorhanden. (*T. maxima.*) 3. Vier Chromatophoren mit reich ausgezackten Rändern liegen den Gürtelseiten an. Pyrenoide fehlen. (*T. elegans.*)“ Bei *T. antarctica* sind nach Karsten (1905, S. 128) die Chromatophoren zahlreiche schmale Bänder, die vom zentralen Kern aus überallhin ausstrahlen. Mereschkowsky (1902/03. S. 139) gibt an, daß die Mehrzahl der Arten vier Chromatophoren besitze, von denen je zwei in der Mitte einer Gürtelseite durch einen schmalen Spalt getrennt seien. Nur bei zwei Arten *(T. vitrea, Clevei)* hat er gefunden, daß dieser Spalt nicht völlig durchgeht, daß demnach nur zwei Chromatophoren vorhanden sind. Nach seinen Angaben sind stets 8 Pyrenoide vorhanden, jedes Chromatophor besitzt zwei bezw. vier. *(T. elegans, lepidoptera, tetraplasta, angusta, monilifera.)*

Plagiotropis Pfitzer.

Nach Schütt, 1896, S. 133. Sektion von *Tropidoneis.* Den Angaben Pfitzers (1871, S. 94) entnehme ich folgendes: „Der innere Bau ist sehr ähnlich wie bei den *Naviculeen.* Zwei Endochromplatten liegen den Gürtelbändern an und erstrecken sich mit ihren Rändern zum Teil auch auf die Schalen, und zwar bedeckt jede Platte den größten Teil derjenigen Schale, deren Kiel ihr abgewandt ist, während ihr anderer Rand über den ihr benachbarten Kiel nur wenig hinausgeht, aber einzelne Lappen in diesen hinein entsendet. Der diagonale Bau der Zellhaut findet somit auch in der Gestaltung der weichen Teile seinen Ausdruck.“ *(P. baltica.)*

Amphoropsis (Grunow.) Mereschkowsky.

Nach Schütt, 1896, S. 133. Sektion von *Tropidoneis.* Nach Mereschkowsky (1902/03. S. 151/52) ist die Gattung charakterisiert: „1. Durch den Besitz eines geraden Kieles; 2. durch die gleiche Richtung der beiden Kiele; 3. durch die mittlere Einschnürung der Zelle; 4. durch die stark asymmetrischen Schalen; 5. durch die Chromatophoren, bei denen zwei Typen zu unterscheiden sind: 1. Endochrom aus 2 Platten bestehend, die quer oder schief gelagert sind. *(A. pontica, conserta.)* 2. Endochrom körnig. *(A. stauroneis, stauroneis var. gracilis, spicula.)*“

Donkinia Ralfs.

Schütt, 1896, S. 133. Nach Karsten (1899, S. 85) liegen bei *D. rectum* vier, bei *D. balticum* zwei Chromatophoren mit gelappten Rändern den Gürtelseiten an und greifen auf die Schalen über. Mereschkowsky (1902/03, S. 138) erwähnt, daß vier Chromatophoren vorhanden seien.

Amphiprora Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 134. Nach Pfitzer (1871, S. 95) besitzt die hierher zu rechnende *Amphitropis paludosa* eine mittlere Plasmabrücke und ein Chromatophor, das einem Gürtelbande anliegt. *A. quarnerensis* hat nach Hauptfleisch (1895, S. 81) vier rechteckige, den beiden Gürtelseiten an-

liegende Chromatophoren, die durch einen mittleren rechteckigen Ausschnitt in Lappen mit je einem kleinen zentralen Pyrenoid zerlegt werden. Karsten (1899, S. 89) bestätigt die Angaben Pfitzers. (*A. paludosa, alata, decussata, incisa, Brebissoniana.*) Mereschkowsky (1902/03, S. 152) unterscheidet nach dem Chromatophorenbau zwei Typen: „1. Ein Chromatophor mit gezacktem Rand liegt den Gürtelbändern an. (*A. paludosa.*) 2. Zwei Chromatophoren, ein oberes und ein unteres, durch einen Querspalt getrennt, der sich in der Mitte erweitert. (*A. alata, Karstenii.*) Pyrenoide fehlen."

Auricula Castracane.

Schütt, 1896, S. 134. Karsten (1899, S. 113) gibt folgende Charakteristik: „Chromatophor meist eine der unteren kürzeren Gürtelseite anliegende Platte, welche mit zahlreichen Plasmasträngen im Zellraum allseitig befestigt ist und ausgespannt erhalten wird. Der Zellkern liegt in dichter Plasmaansammlung in der Zellmitte über dem Chromatophor." (*A. amphoropsis, hyalina, punctata, complexa, staurophora.*) Mereschkowsky (1902/03, S. 151) gibt von dem Chromatophorenbau die gleiche Beschreibung wie Karsten. (*A. complexa, quadrangulata, quadrangulata var. sebastopolensis, Gobii, punctata.*)

Rhoicosigma Grunow.

Schütt, 1896, S. 135. Nach Karsten (1899, S. 86) liegen zwei an den Rändern sehr stark ausgeschnittene Chromatophoren den Gürtelseiten an und greifen in der Weise auf die Schalenseiten über, daß die Raphe gleichzeitig die Grenzlinie der beiden Chromatophoren bildet. (*R. baltica, compactum.*)

Mastogloia Thwaites.

Schütt, 1896, S. 135. Karsten (1899, S. 92) gibt von *M. Smithii* folgende Beschreibung: „Zwei Chromatophoren sind vorhanden, welche beiderseits von dem die Zellmitte einnehmenden Zellkern bis ans Zellende reichen. Es sind in jedem Falle zwei den Gürtelseiten glatt anliegende, nach den Schalenseiten hin umgeschlagene Platten, die in der Linie der Apicalachse von dem Pyrenoid zusammengehalten werden. Die auf die Schalenseite umgeschlagenen Ränder treffen in der Mittellinie der Schale fast gegeneinander und sind hier direkt gegen die darüber (resp. darunter) liegende Schale aufgerichtet. Es würde ein Transapicalschnitt die Chromatophoren als vierstrahligen Stern zeigen müssen, dessen Arme den Gürtelseiten und damit abwechselnd den gegen die Schalen aufgerichteten Doppelrändern entsprächen." Die Angaben Mereschkowskys (1902/03, S. 129) stehen damit nicht im Einklang: „Vier Platten liegen den Schalen (*M. Smithii*) oder den Gürtelseiten (*M. Braunii*) an. Zwei lange Pyrenoide vereinigen je zwei gegenüberliegende Platten."

Gomphonema Agardh (einschl. *Sphenella* Kützing.).

Schütt, 1896, S. 136. Den Angaben Pfitzers (1871, S. 89) entnehme ich folgendes: „Eine Endochromplatte und ein wandständiges Plasmaband liegen einer Gürtelseite an, bei den einigermaßen deutlich asymmetrischen Formen an der weniger convexen. Die mittlere Plasmamasse ist von der Schale gesehen, hier schmäler als an der anderen Seite, wo der Zellkern und die umgeschlagenen Ränder der Endochromplatte liegen. Die Endochromplatte hat denselben Bau, wie bei *Anomoeoneis;* die Längslinien werden auch hier von der Endochromplatte freigelassen." (*G. constrictum, acuminatum, capitatum, olivaceum, intricatum, tenellum.*) Schmitz (1884, S. 127) gibt eine abweichende Darstellung: „Die Mitte des Chromatophors ist meist etwas nach dem Zellinnern zu eingebogen; bei manchen Arten fehlt diese Einbiegung, die über die ganze Gürtelseite hinreicht und etwas auf die Schalen übergreift. Bis zu dem eingebogenen Abschnitt reichen in der Mediane der Platte zwei von den Enden kommende Längseinschnitte, die stets vorhanden sind. Der mittlere Abschnitt des Chromatophors hat eine gegen das Zellinnere vorspringende Verdickung, in deren Innern ein mehr oder weniger deutliches Pyrenoid liegt." (*G. dichotomum.*) Mereschkowskys (1902/03, S. 140) kurze Angaben stimmen mit denen von Schmitz überein. Für die von mir untersuchten Arten kann ich die Schmitzschen Angaben bestätigen. (*G. constrictum, capitatum, acuminatum, angustatum.*)

Rhoicosphenia Grunow.

Schütt, 1896, S. 137. Pfitzer (1871, S. 92) gibt folgende Charakteristik: „Eine Endochromplatte, deren Mittellinie auf einer Gürtelbandfläche liegt und welche die beiden Schalen bedeckt und sich auch nach dem anderen Gürtelband hin umschlägt. Auf letzterem sieht man bei den meisten Exemplaren vier Lappen. Der Einschnitt zwischen je zwei derselben ist auch in der Schalenansicht erkennbar; er liegt natürlich bei einer auf der Schale liegenden *Rhoicosphenia* an der oberen und unteren Schale auf derselben Seite. Die Mittellinien der Schalen sind zum größten Teil von Endochrom bedeckt, nur schwache Einschnitte an den Enden der Platten deuten sie an.“ (*R. curvata, marina.*) Die Angaben Karstens (1899, S. 40) stimmen mit denen Pfitzers überein. (*R. curvata.*) Nach Mereschkowsky (1902/03, S. 140) gleicht die Gattung im innern Bau *Gomphonema*.

Cocconema Ehrenberg.

Nach Schütt 1896, S. 138. Sektion von *Cymbella* Agardh. Pfitzer gibt (1871, S. 79/80) folgende Beschreibung der Gattung: „Der Bau der primordialen Zelle ist dem von *Anomoeoneis* sehr ähnlich. Die einzige Endochromplatte liegt mit ihrer Mittellinie auf der stärker gewölbten breiten Gürtelseite, schlägt sich von da nach den Schalen hin um, auf welchen nur die beiden Längslinien freigelassen werden und endet auf der konkaven oder weniger konvexen, gleichzeitig schmäleren Seite mit zwei in der Mitte seicht ausgerandeten Lappen. Das einzige Plasmaband zieht sich stets über das stärker gewölbte Gürtelband und geht dann noch ein Stückchen auf die Schalen hinüber. Auch hier liegt es zwischen der Zellwand und der Endochromplatte.“ (*C. gastroides, Cistula, Ehrenbergii, cuspidata, lanceolatum, scotica.*) Schmitz (1884, S. 119—122) gibt auch hier eine von Pfitzers Darstellung abweichende: „Das Chromatophor ist wie bei *Gomphonema* in der Mitte der stärker gewölbten Gürtelseite nach dem Zellinnern hin eingebogen, verdickt und enthält im Innern der Verdickung ein deutliches Pyrenoid. Auch hier finden sich konstant zwei Längseinschnitte in der Mediane des Chromatophors. Von dem pyrenoidführenden Teil des Chromatophors zieht sich die mittlere Plasmabrücke nach der gegenüberliegenden Gürtelseite und umschließt hier den nierenförmigen Kern. (*C. Ehrenbergii, cymbiforme.*) *C. lanceolatum* hat einen ganz abweichenden Bau.“ Ott (1901, S. 784) bestätigt kurz das Wesentliche der Angaben Pfitzers. (*C. maculata, microcephala, naviculiformis, aequalis.*) Die kurzen Angaben Mereschkowskys (1902/03, S. 140) stimmen mit denen von Schmitz überein, ebenso die Angaben Lauterborns (1896, S. 26) (*C. cuspidata.*) Auch ich kann die von Schmitz gegebene Beschreibung bestätigen und ihr noch einiges hinzufügen. Das Pyrenoid erstreckt sich von Schale zu Schale quer über die Gürtelseite hinweg und hat häufig die Form eines halben Cylinders. Die mittlere Plasmabrücke ist bei den meisten Formen nach der schwächer gewölbten (ventralen) Gürtelseite hin verbreitert. Der relativ große nierenförmige Kern zeigt bei Betrachtung von der Ventralseite Biskuitform. An den Zellenden fehlen eigentliche Plasmaanhäufungen, wie sie bei den *Naviculeen* Regel sind. (*C.* (*Cymbella*) *gastroides, truncata, naviculiformis, maculata, lanceolatum, Cistula, α, stomatophora, helvetica.*)

Encyonema Kützing.

Nach Schütt, 1896, S. 138. Sektion von *Cymbella*. Nach Pfitzer (1871, S. 79) stimmt die Gattung im innern Bau mit *Cocconema* überein. Nach Schmitz (1884, S. 123) erscheint der gesamte Zellinhalt mit *Cocconema* verglichen, um 180° gedreht, sodaß die Mediane des Chromatophors hier der schwächer gewölbten Gürtelseite anliegt. Er gibt auch an, daß das Pyrenoid flach sei und kaum hervortrete. (*E. prostratum.*) Nach Ott (1901, S. 787) liegt das Chromatophor mit seiner Mittellinie der stärker gewölbten Gürtelseite an (*E. prostratum.*), nach Mereschkowsky (1902/03, S. 142) der schwächer gewölbten. (*E. ventricosa, gracile.*) Die Ausführungen von Schmitz und Mereschkowsky kann ich vollkommen bestätigen. Bei allen von mir untersuchten Arten liegt das Chromatophor mit seiner Mediane der schwächer gewölbten Gürtelseite an. Das Pyrenoid ist flach und meist undeutlich; ich konnte es nicht in allen Fällen sicher nachweisen, doch

scheint es keiner Art zu fehlen. Der Teil des Chromatophors, der das Pyrenoid umschließt, ist nur schwach verdickt und entfernt sich nicht von der Zellmembran, wie es bei *Cocconema* Regel ist. Die mittlere Plasmabrücke ist meist nach der stärker gewölbten Gürtelseite zu etwas verschmälert. Der Zellkern ist dann der schwächer gewölbten Gürtelseite genähert. Er ist stets ellipsoidisch und seine längere Achse fällt mit der Transapicalachse zusammen. (*E. ventricosa, paradoxum, lunula, Alpha, Beta.*) Hiernach ist die Abtrennung der Gattung *Encyonema* von *Cymbella*, die bisher nicht allseitig gebilligt wurde, wohl berechtigt. Durch Lagerung und Form von Kern und Chromatophor ist *Encyonema* gegenüber *Cymbella* (bezw. *Cocconema*) wohl charakterisiert.

Amphora Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 139. Pfitzer (1871, S. 82) beschreibt den inneren Bau der Gattung wie folgt: „Die einzige Endochromplatte ist nur wenig zerschnitten. An ihrer Mediane, die der schmalen Gürtelbandfläche anliegt, teilt sie sich durch von den Enden her eindringende Einschnitte. Die Schale erscheint ganz braun, auf der breiten, stärker gewölbten Gürtelbandfläche zeigt jeder der umgeschlagenen Ränder der Platte einen tiefen mittleren Ausschnitt, der sich im Profil auch in der Schalenansicht erkennen läßt. Ein Zellkern ist sehr deutlich.“ (*A. ovalis, salina.*) Karsten (1899, S. 99) hat die Gattung genau untersucht und faßt seine Beobachtungen in folgender Weise zusammen: „Chromatophoren, vielfach eine Platte, der unteren (ventralen) Gürtelseite anliegend, und über die Schalen bis auf die obere (dorsale) Gürtelseite übergreifend. Diese Platte ist dann mannigfaltig eingeschnitten, meist in der Art, daß gekreuzte Buchten an den Zellenden und in der Zellmitte vom Rande eindringen, und vier Lappen resultieren, die allein noch die obere Gürtelseite erreichen. Bei anderen Gruppen der großen Gattung finden sich aber auch sehr abweichende Chromatophoren-Formen und Anordnungen. Der von Plasma umgebene Zellkern liegt stets im Zentrum der Zelle.“ (*A. ovalis var. viridis, var. libyca. cymbelloides, robusta, Proteus, Pusio, angusta, Terroris, veneta, coffeaeformis, bacillaris, lyrata, crassa, costata, Alpha, Beta, Gamma, Delta, Zeta, Ehta, lineolata, obtusa, ostrearia, Epsilon, Teta, decussata.*) Mereschkowsky (1902/03, S. 146—49) unterscheidet nach dem Bau der Chromatophoren 9 Typen: „1. Eine Platte an der Ventralseite, die mit ihren Rändern die Dorsalseite der Zelle bedeckt, wo sie vier, durch einen Querspalt getrennte Lappen bildet; zwei tiefe mediane Längsbuchten. Ein Pyrenoid im Zentrum. (*A. ovalis, rostrata, marina, proteus, perpusilla, arenicola, decipiens, veneziana, lingulata.*) 2. Eine Platte an der Ventralseite mit zwei mehr oder weniger schmalen Längsbuchten. Die Ränder sind gewöhnlich nicht auf die Dorsalseite umgeschlagen und bilden nie vier Lappen. (*A. coffaeiformis, acutiuscula var. parvula, bacillaris, heterostriata, subelliptica.*) 3. Eine Platte an der Ventralseite, Ränder nicht auf die Schalen umgeschlagen; zwei mediane Querbuchten. (*A. alata, composita.*) 4. Eine Platte an der Dorsalseite mit zwei Querbuchten und gewöhnlich auch zwei Längsbuchten. Zwei Pyrenoide (nicht immer). (*A. laevis, nana (?)*) 5. Zwei Platten an der Ventralseite, eine rechts und eine links, durch einen Längsspalt getrennt. (*A. Graeffii.*) 6. Zwei Platten an der Dorsalseite von wechselnder Lagerung. Der trennende Spalt verläuft bald längs, bald quer oder schief. 1—3 Pyrenoide in jeder Platte. (*A. obtusa, quadrangulata, ocellata.*) 7. Zwei längsliegende Platten, eine an der dorsalen, eine an der ventralen Gürtelseite; gewöhnlich zwei mittlere Querbuchten. (*A. excisa, angusta var. ventricosa, var. oblongella, cymbellula.*) 8. Zwei dorsale und zwei ventrale Platten in der Zellmitte durch einen Querspalt getrennt und paarweise durch ein gemeinsames Pyrenoid vereinigt. (*A. ostrearia, acuta var. arcuata, lineolata.*) 9. Endochrom körnig. (*A. quadrata, polycocca.*)“ Für die von mir untersuchten Arten kann ich die Angaben Pfitzers bestätigen. Pyrenoide habe ich nicht beobachtet. (*A. ovalis, Proteus.*)

Okedenia (Eulenstein.) Mereschkowsky.

Mereschkowsky, (1901, b. S. 422) charakterisiert die Gattung folgendermaßen: „Zellen lang, sehr schmal, linear, oft in der Mitte und an den Enden eingeschnürt, gerade und symmetrisch oder gebogen und asymmetrisch. Endknoten gewöhnlich vom Rande entfernt, Streifung fein, Gürtelband

zusammengesetzt. Zahlreiche Chromatophoren, von 4—38, gewöhnlich von der Gestalt des Buchstabens H bisweilen rund, paarweise längs an den Gürtelseiten, selten an den Schalen gelagert, mit einem zentralen Pyrenoid, das gewöhnlich einem Paar gemeinsam ist. (*O. scopulorum, scopulorum var. perlonga, var. belgica, var. delicatula, var. fasciculata, inflexa, pontica, granulata.*)

Epithemia.

Schütt, 1896, S. 140. Den Angaben Pfitzer's (1871, S. 81, 83) über diese Gattung entnehme ich folgendes: „Die Mediane der Endochromplatte liegt der schmalen Gürtelbandfläche an. Die Platte ist vielfach lappig zerschnitten, so daß die Schalen eine Abwechslung heller und brauner Querbinden zeigen und auf der breiten Gürtelbandfläche nur mehrere kurze Lappen der Platte sichtbar sind. In der mittleren Plasmamasse ist ein Zellkern von gewöhnlichem Bau nicht zu erkennen. Dagegen finden sich stets einige, meist zwei, sphaeroidische, stärker lichtbrechende Körper, welche plasmatische Bildungen sind. Sie vermehren sich durch Teilung.“ (*E. gibba, Sorex, ventricosa, turgida, Zebra.*) Karsten (1899, S. 96) beschreibt das Chromatophor ebenso wie Pfitzer. (*E. turgida var. westermannii.*) Auch Ott (1901, S. 787) bestätigt die Angaben Pfitzers. (*E. turgida.*) Die Angaben Meresch-kowsky's (1902/03, S. 153) über den Chromatophorenbau stimmen mit denen Pfitzer's ebenfalls überein. (*E. ventricosa, sorex, species.*) Die von mir untersuchten Arten ließen eine mittlere Plasmabrücke nicht erkennen. Im Übrigen kann ich die Angaben Pfitzer's vollkommen bestätigen. (*E. turgida, ventricosa.*)

Rhopalodia Otto Müller.

Schütt, 1896, S. 141. Nach Klebahn (1896, S. 613) liegt in der Mitte der Zelle ein längsgestreckter abgeflachter Kern, der einen Nucleolus besitzt. Nach seinen Befunden an fixiertem Material ist das Chromatophor bandförmig, vielfach wellenförmig hin und her gebogen und an den Rändern in Seitenläppchen zerschnitten. Die spaeroidischen Körper, die sich meist in Zweizahl zu beiden Seiten des Kerns finden, bezeichnet er als Pyrenoide. Nach Karsten (1899, S. 97) stimmt die Gattung im inneren Bau vollkommen mit *Epithemia* überein. (*R. gibberula, gibberula var. constricta, Musculus, gibba var.?*) Für die von mir untersuchte *Rhopalodia gibba* kann ich die Angaben Karsten's bestätigen. Doch läßt sich bei *Rh. gibba* ein Zellkern durch geeignete Färbung nachweisen.

Bacillaria Gmelin.

Schütt, 1896, S. 142. Nach Pfitzer (1871, S. 97) liegt ein Chromatophor einer Gürtelseite an, erscheint aber meist durch Teilung in zwei gespalten. (*B. paradoxa.*) Nach Karsten (1899, S. 125) sind die Chromatophoren zwei schmale Platten beiderseits des zentralen Kernes, die schraubig gedreht sind, so daß sie von einer Schalenseite über Gürtelseite, Schale, Gürtelseite wieder auf die gleiche Schale, von der sie ausgingen, übergreifen. (*B. paradoxa.*)

Nitzschia Hassal.

Schütt, 1896, S. 142. Pfitzer (1871, S. 96) gibt folgende Beschreibung: „Ein deutlicher großer Zellkern liegt in einer mittleren körnigen Plasmaansammlung. Ein Chromatophor, bisweilen in der Mitte der Zelle oder ganz unterbrochen. Dies liegt an einer Gürtelseite, bedeckt die Schalen und erreicht mit kleinen Läppchen noch die gegenüberliegende Gürtelseite. Bei einzelnen Arten (*N. dubia, linearis*) ist das Chromatophor frei durch den Zellraum von einer Kielpunktreihe zur andern ausgespannt.“ (*N. elongata, flexa, palea, sigmoidea, Clausii, dubia, linearis.*) Die Angaben Lauterborn's (1896, S. 25) stimmen mit denen Pfitzer's überein (*N. sigmoidea.*) Nach Karsten (1899, S. 119) sind die Chromatophoren meist eine oder zwei Platten von verschiedener Lagerung. (*N. punctata, punctata-elongata, Tryblionella var. levidensis, litoralis, constricta, dubia, commutata var. hybrida, bilobata, angularis, sigma, Sigmatella, valida, spectabilis, lanceolata, subtilis var.*) Bei *N. pelagica* sind nach seinen Angaben (1905, S. 129) die sehr zahlreichen Chromatophoren lange gewellte, schmale Bänder, die vom Kern allseitig ausstrah-

len. Nach Ott (1901, S. 788) sind stets zwei plattenförmige Chromatophoren vorhanden. (*N. gracilis, fonticola.*) Mereschkowsky (1902/03, S. 158—62) hat in dieser Gattung außer den normalen Zellen auch solche mit farblosen Chromatophoren und gänzlich chromatophorenlose beobachtet. Er unterscheidet nach dem Chromatophorenbau 7 Typen: 1. Zwei querliegende Platten ohne Längsspalten. Dieser Typ umfaßt die Gruppen *Apiculatae, Bilobatae, Dubiae* und außerdem *N. angustata, communis var. abbreviata, denticula, granulata, insignis, lanceolata, linearis, obtusa, palea, palea var. insignis, var. fonticola, punctata, sigma, sigmoidea, spathulata var. hyalina, Tryblionella, Vidovichii, vitrea var. salinarum.* Bei manchen Arten liegen die Platten bald auf einer, bald auf beiden Gürtelseiten (z. B. *N. vitrea.*) Bei andern Arten sind die Platten in der Diagonale ausgespannt. (*N. linearis, denticula.*) Die Ränder der Platten sind gewöhnlich ganz, selten gezackt. 2. Zwei schräg liegende Platten, die durch einen diagonalen Spalt getrennt sind. (*N. constricta, tryblionella var. salinarum?* 3 Zwei querliegende Platten mit Längsspalten, die die Platte in mehrere Lappen zerteilen. Die Ränder sind gewöhnlich gezackt. (*N. angularis, distans.*) Außerdem ist dieser Typ charakteristisch für die Gruppe *Spatulatae.* 4. Jede Platte zerfällt in eine obere und eine untere Hälfte, die durch breite seitliche Buchten voneinander getrennt sind und durch ein schmales Band in Verbindung stehen. Die Ränder sind fein gezackt. (*N. virax.*) 5. Zwei Platten oder vielmehr Bänder sind im Zickzack gelagert. (*N. (Bacillaria) paradoxa, socialis.*) 6. Vier Platten liegen den Gürtelseiten an. Jede Platte hat in der Mediane mehrere große Durchbrechungen. (*N. fenestrata, tetraplacata.*) 7. Zahl der Chromatophoren veränderlich, gewöhnlich sind es mehr als vier. (*N. dissipata, Martiana.*) Die von mir untersuchten Arten gehören sämtlich dem 1. Chromatophorentyp Mereschkowsky's an, für den ich seine Beschreibung bestätigen kann. Ich habe auch die beiden von ihm erwähnten Ausnahmen beobachtet. Bei einigen Arten habe ich ein Pyrenoid im Zentrum jedes Chromatophors gefunden Nach meinen Beobachtungen ist der Zellkern bei den großen Formen langgestreckt, während die kleinen Formen runde Kerne besitzen. (*N. sigmoidea, vermicularis, linearis, thermalis var. stagnorum, Alpha, subtilis var. paleacea, commutata, apiculata.*)

Chuniella Karsten.

Nach Karsten, (1905, S. 129) enthält die Gattung *Nitzschia*-ähnliche Formen, die neben ihrer mehr oder minder geschwungenen, excentrisch gelegenen Kanalraphe Kiele zeigen, dekussierte Schalenzeichnung und zahlreiche bandförmige Chromatophoren besitzen. (*Ch. sigmoidea, naviculoides, antarctica.*)

Nitzschiella Rabenhorst.

Nach Schütt, 1896, S. 144. Sektion von *Nitzschia.* Nach Karsten (1899, S. 129/30) besitzt *N. Closterium* zwei plattenförmige Chromatophoren beiderseits des in medianem Plasmabande befindlichen Kernes, jedes mit einem Pyrenoid. Dagegen hat nach seinen Angaben *N. longissima* zahlreiche längliche bis rundlich-ovale Chromatophoren ohne Pyrenoid. Mereschkowsky (1902/03, S. 162) unterscheidet zwei Typen von Chromatophoren: „1. zwei querliegende Platten wie beim 1. Typ von *Nitzschia.* Ein Pyrenoid im Zentrum jeder Platte. (*N. tenuirostris, tenuirostris var. parva, var. arcus, var. hamulifera, gracilis, gracilis var. reversa, var. fluviatilis, californica, acicularis, spiralis, biplacata, biplacata var. pacifica, Lorenziana.*) 2. Endochrom körnig. (*N. longissima, ventricosa.*) Die von mir untersuchten Arten besitzen den von Karsten für *N. Closterium* beschriebenen Bau. (*N. biplacata, acicularis.*)

Hantzschia (Grunow.) Mereschkowsky.

Nach Schütt, 1896, S. 144. Untergattung von *Nitzschia.* Nach Mereschkowsky (1903, c. S. 391) liegen 4 Chromatophoren den Gürtelseiten an und sind paarweise durch ein gemeinsames Pyrenoid vereinigt. (*H. amphioxys, elongata.*) Ich halte es für richtiger, von zwei Chromatophoren zu sprechen, die, von der Schalenseite gesehen, etwa die Gestalt des Buchstabens H besitzen. Jedes Chromatophor hat zwei den beiden Gürtelseiten anliegende plattenförmige Hauptteile, während das kurze dicke Verbindungsstück quer durch den Zellraum verläuft und ein deutliches cylindrisches Pyrenoid umschließt. Die Chromatophoren sind in der Mitte jeder Gürtelseite durch einen im Zentrum

kreisförmig erweiterten Spalt getrennt. Zwei endständige Plasmaanhäufungen und eine mittlere Brücke, die den Kern enthält, sind deutlich. (*H. amphioxys.*) Die von mir untersuchte *Nitzschia Heufleriana* Grun. besitzt ebenfalls den oben beschriebenen inneren Bau und es erscheint mir deshalb angebracht, sie der Gattung *Hantzschia* zuzurechnen

Surirella (Suriraya) Turpin.

Schütt, 1896, S. 146. Den Angaben Pfitzers (1871, S. 111—13) entnehme ich folgendes: „Die Hohlräume der Flügel sind von Plasma erfüllt. Außerdem bildet dasselbe noch eine größere Anhäufung, welche als ein seitlich freier Strang vom Mittelpunkt einer Schale zu dem der anderen verläuft. Nur bei den kleineren Formen erstreckt sich dieser wirklich durch die ganze Mitte der Zelle. Bei den großen Arten breitet sich der Plasmastrang zeltförmig über die Schale aus, sodaß er dieselbe in einem schmalen Streifen berührt, welcher etwa die Form einer Ellipsen-Peripherie hat. Die flache Ausbreitung des Stranges löst sich häufig in eine Menge gesonderter Plasmabänder von verschiedener Breite auf. In dem Haupt-Plasmastrang ist ein großer Zellkern bisweilen deutlich. Die Endochromplatten bedecken die Schalen, schlagen sich nach den Gürtelbändern hin um und sind meist durch einen mittleren dünnen Strang, welcher dem Plasma anliegend quer durch den Zellraum verläuft, verbunden. Bei kleinen Formen sind die Platten am Rande nur mäßig gelappt und liegen der Zellwand dicht an, bei den großen Arten sind sie sehr vielfach zerschnitten. Die Endochromplatten entsenden je zwei Reihen schmaler Zipfel in die Flügel. Außerdem liegen sie bei den großen Arten in ihrer Haupterstreckung an der Schalenmitte nicht dem Wandplasma, sondern der konkav gewölbten Fläche des sich ausbreitenden Plasmastranges an, indem sie sich gleichfalls stark nach innen wölben. An der gleichfalls der Peripherie einer Ellipse entsprechenden Linie, in der die Platte sich von der Schale entfernt, sendet sie eine Anzahl konzentrisch einander entgegenwachsender Läppchen aus, welche die elliptische Fläche wieder nahezu vollständig bedecken. (*S. calcarata, dentata, biseriata, splendida, striatula, linearis, minuta, ovalis.*)“ Nach Schmitz (1884. S. 129) enthält jeder Lappen des stark zerteilten Chromatophors bei einigen Arten ein kleines Pyrenoid, das bei anderen Arten fehlt. Lauterborn (1896, S. 19, 20, 26, 27) bestätigt im Wesentlichen die Beschreibung Pfitzers und Schmitz's. Nach seinen Beobachtungen ist der Zellkern nierenförmig gestaltet. (*S. calcarata, biseriata, splendida.*) Auch die kurzen Angaben Karstens (1900, S. 257) stimmen mit denen der älteren Autoren überein. Doch geht aus dem von ihm (l. c. S. 267/68) beschriebenen Verhalten der Chromatophoren bei der Zellteilung hervor, daß es richtiger ist, von einem und nicht von zwei Chromatophoren zu sprechen. (*S. saxonica, Gemma, fastuosa.*) Mereschkowsky (1902/03, S. 164—67) bestätigt die Angaben Pfitzers und fügt ihnen noch hinzu, daß jedes Chromatophor — er spricht von zweien — jederseits eine tiefe Bucht besitze, an deren Grunde das Verbindungsband entspringe, das um seine Längsachse spiralig gedreht sei. (*S. Capronii, gemma, ovalis.*) Auch ich kann die Beschreibung Pfitzers und Lauterborns bestätigen. Die von Mereschkowsky erwähnten Buchten habe ich nur bei *S. tenera* beobachtet, wo sie ähnlich wie jene gestaltet sind. Seine Angabe, daß das schmale Band, das die beiden Hauptteile des Chromatophors verbindet, spiralig gedreht sei, kann ich bestätigen. Bei *S. biseriata* und *splendida* sind die Pyrenoide nach meinen Beobachtungen relativ groß, flach und haben etwa die Gestalt eines Rhombus. (*S. biseriata, splendida, tenera.*)

Cymatopleura W. Smith.

Schütt, 1896, S. 145/46. Nach Pfitzer (1871, S. 117) stimmt die Gattung im innern Bau mit *Surirella* überein, nur sind die Chromatophoren den Schalen angeschmiegt und wie diese wellig gebogen. Nach seinen Beobachtungen bedecken die Chromatophoren die schmalen Gürtelseiten nur wenig und die mittlere Plasmamasse ist nicht in einzelne Stränge aufgelöst. (*C. solea, elliptica.*) Ott (1901, S. 789/90) bestätigt die Angaben Pfitzers, doch betont sie, daß nur ein Chromatophor vorhanden sei, dessen beide plattenförmige, den Schalen anliegende Teile durch ein schmales Querband verbunden seien. Daß es nur ein Chromatophor ist, geht nach ihren Beobachtungen aus dem Verhalten desselben

bei der Zellteilung hervor. Sie gibt ferner an, daß die Chromatophoren am Rande mehr oder weniger tief und unregelmäßig zerschnitten seien. (*C. solea forma interupta, elliptica.*) Mereschkowsky (1902/03, S. 168) gibt an, daß die Gattung im innern Bau mit *Surirella* übereinstimme, und spricht demgemäß auch hier von zwei Platten. (*C. solea, elliptica var. spiralis.*) Die Beschreibung Pfitzers mit der durch Ott gegebenen Berichtigung kann ich bestätigen. (*C. solea, elliptica var. hibernica.*)

Campylodiscus Ehrenberg.

Schütt, 1896, S. 146. Nach Pfitzer (1871, S. 117) (*C. spiralis, parvulus*) und Karsten (1899, S. 132) (*C. parvulus, Echeneis*) stimmt die Gattung im innern Bau mit *Surirella* überein. Nach Mereschkowsky (1902/03, S. 168) liegen zwei plattenförmige Chromatophoren mit tief und regelmäßig zerschnittenen Rändern den Schalen an und sind anscheinend nicht durch ein Querband verbunden. (*C. samoensis, Thuretii.*) Nach meinen Beobachtungen ist ein solches Querband bestimmt vorhanden. Es verläuft an einer Gürtelseite in der Nähe eines Zellendes.

Verzeichnis der untersuchten Gattungen.

Achnanthes S. 46
Achnanthidium S. 46
Actinocyclus S. 41
Amphipleura S. 52
Amphiprora S. 54
Amphora S. 57
Amphoropsis S. 54
Anomoeoneis S. 49
Ardissonia S. 45
Asterionella S. 45
Asteromphalus S. 41
Auricula S. 55
Bacillaria S. 58
Biddulphia S. 42
Brebissonia S. 52
Caloneis S 48
Campylodiscus S. 61
Catenula S. 50
Ceratoneis S. 46
Chaetoceras S. 42
Chuniella S. 59
Clevia S. 48
Climacosphenia S. 44
Cocconeis S. 46
Cocconema S. 56
Colletonema S. 50
Corethron S. 41
Coscinodiscus S. 41
Cyclophora S. 50
Cyclotella S. 41
Cymatopleura S. 60
Dactylosolen S. 42
Diploneis S. 48
Donkinia S. 54
Encyonema S 56
Entophyla S. 43
Epithemia S. 58
Ethmodiscus S. 41
Eucampia S. 42
Eunotia S. 46
Fragilaria S. 44
Frustulia S. 52
Gomphonema S 55
Grammatophora S. 43
Gyrosigma S. 53
Hantzschia S. 59
Hyalodiscus S. 40
Libellus S. 51
Licmophora S. 43
Licmosphenia S. 44
Mastogloia S. 55
Melosira S. 40
Meridion S. 44
Micromeis S. 46
Moelleria S 42
Navicula S. 46
Neïdium S. 48
Nitzschia S. 58
Nitzschiella S. 59
Odontidium S. 44
Okedenia S. 57
Pinnularia S. 48
Placoneis S. 49
Plagiotropis S. 54
Pleurosigma S. 52
Pleurostauron S. 51
Podosphenia S. 44
Rhabdonema S. 43
Rhizosolenia S. 42
Rhoicosigma S. 55
Rhoicosphenia S. 56
Rhopalodia S. 58
Schizonema S. 50
Scoliopleura S. 53
Sellaphora S. 50
Stauroneis S. 50
Stauronella S. 51
Staurophora S. 51
Stephanopyxis S. 41
Striatella S. 43
Surirella S. 60
Synedra S. 45
Tabellaria S. 43
Thalassionema S. 45
Thalassiothrix S. 45
Thalassosira S. 41
Toxonidea S. 54
Trachyneis S. 51
Triceratium S. 42
Tropidoneis S. 54

Verzeichnis der noch zu untersuchenden Gattungen.

Actinella Lewis., Actinoptychus Ehr., Anaulus Ehr., Antelminellia Schütt., Asterolampra Ehr., Atheya West., Aulacodiscus Ehr., Auliscus Ehr., Bacteriastrum Schadb, Bellerochea van Heurck., Brightwellia Ralfs., Campyloneis Grun., Campylosira Grun., Centroporus Pant., Cerataulina Perag., Cistula Cleve., Climacodium Grun., Climacosira Grun., Craspedodiscus Ehrb., Cylindrotheka Rabh., Cymatosira Grun., Denticula Kütz, Diatomella Grev, Dimerogramma Ralfs., Discosira Rabh., Ditylium Bail., Druridgia Donk., Endictya Ehr., Eunotogramma Weisse., Euodia Bail., Eupodiscus Ehr, Gossleria Schütt., Guinardia Perag., Hemiaulus Ehr., Heterodictyon Grev., Huttonia Grove et Sturt, Hyalodictia Ehr., Hydrosilicon Brun., Isthmia Ag., Lauderia Cleve., Leptocylindrus Cleve., Liradiscus Grev., Lothodesmium Ehr., Muelleria van Heurck., Omphalopsis Grev., Paralia Heib, Peragallia Schütt., Plagiogramma Grev., Planctoniella Schütt, Porpeia Bail., Rhoiconeis Grun., Rutilaria Grev., Sceletonema Grev., Sceptroneis Ehr., Stelladiscus Rattr., Stephanodiscus Ehr., Stictodiscus Grev., Stigmaphora Wallich, Terpsinoe Ehr., Tetracyclus Ralfs., Tubularia Brun., Zygoceros Ehr.

III. Teil.

Beschreibung des Baues der Protoplasten einer Reihe von Spezies aus 30 Diatomeengattungen des Süsswassers.

A Centricae.

Melosira varians Agardh. Tafel I, Fig. 32.

Zellen zu langen cylindrischen Fäden vereinigt. Der plasmatische Wandbeleg ist an einer Stelle zu einer kleinen Anhäufung verstärkt. Diese umschließt den flach-linsenförmigen Zellkern, der gewöhnlich der Mitte einer Schale anliegt. Der größte Teil des Zelllumens wird von einer großen zentralen Vacuole eingenommen. Chromatophoren: Etwa 10—15 rundliche, am Rande gebuchtete Plättchen im plasmatischen Wandbeleg eingebettet. Häufig sind die Plättchen nur durch kaum sichtbare Zwischenräume voneinander getrennt, wobei die Konturen der benachbarten sich folgen. Wenige Öltröpfchen und zahlreiche Volutinkörner im Cytoplasma außerhalb der Chromatophoren, im Zellsaft nur wenig Volutin.

Die Angaben Pfitzer's über *Melosira varians* (1871, S. 128/29) werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

B. Pennatae.

Tabellaria fenestrata Kützing. Tafel I, Fig. 34, 35.

Zellen durch Gallertintercalare an den Ecken zu Zickzackbändern verbunden. Besitzen zwei, selten mehr Zwischenbänder mit Quersepten, die nur in der Mitte eine kreisförmige Durchbrechung zeigen. Im Zentrum einer undeutlich erkennbaren Plasmabrücke liegt ein kleiner runder Zellkern. Chromatophoren: Zahlreiche, verschieden gestaltete Plättchen, meist parallel den Septen gestreckt, gewöhnlich in drei Längsreihen an jeder Gürtelseite angeordnet. Wenige Öltropfen im Cytoplasma, zahlreiche Volutinkörnchen im Zellsaft.

Eine kurze Beschreibung von *Tabellaria fenestrata* findet sich bei Pfitzer (1871, S. 126) und Mereschkowsky (1903, c. S. 394) Die Angaben der beiden Autoren werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Meridion circulare Agardh. Tafel I, Fig. 37.

Zellen zu Bändern vereinigt, die fächerartig ausgebreitet sind. Bisweilen Einzelzellen vorwiegend. Etwa in der Mitte der Zelle, ein wenig dem breiten Ende genähert, ist eine Plasmabrücke ausgespannt. In ihrem Zentrum liegt ein runder Kern mit großem Nucleolus. Chromatophoren: Eine Reihe elliptischer Plättchen an jedem Schalenrand auf die Gürtelseiten übergreifend. Die Zahl der Plättchen ist der Zellgrösse proportional. Stets einige Öltröpfchen und Volutinkörner im Plasmaschlauch; im Zellsaft sind zahlreiche Volutinkörner verteilt.

Odontidium (Diatoma) vulgare Bory. (?) Tafel I, Fig. 36.

Zellen durch Gallertintercalare an den Ecken zu Zickzackbändern verbunden. Der Kern ist gewöhnlich im Zentrum der Zelle — seltener exzentrisch — an Plasmafäden aufgehängt. Er hat nur einen dünnen Beleg von Cytoplasma, während eigentliche Plasmaansammlungen fehlen. Chromatophoren: Zahlreiche elliptische Plättchen bedecken sowohl Schalen als auch Gürtelseiten. Der plasmatische Wandbeleg schließt wenige Öltröpfchen und zahlreiche Volutinkörner ein; im Zellsaft nur sehr wenig Volutin.

Nach Pfitzer (1871, S. 121) liegt der Zellkern in einer mittleren Plasmabrücke. Im Übrigen stimmt die Beschreibung Pfitzer's mit der vorstehenden im Wesentlichen überein.

Fragilaria virescens Ralfs. Tafel I, Fig. 33.

Zellen teils zu einfachen Bändern, teils durch Gallertintercalare an den Ecken zu Zickzackbändern vereinigt. Bisweilen beide Arten der Verbindung in einem Band. Im Zentrum der mittleren Plasmabrücke ein runder Zellkern mit großem Nucleolus. Kleinere Plasmaanhäufungen an den Zellenden. Chromatophoren: Zahlreiche elliptische Plättchen bedecken die Schalen. Das Cytoplasma schließt relativ viel Öltröpfchen ein. Auch die zahlreichen Volutinkörner liegen zumeist im Plasmaschlauch, nur wenige im Zellsaft.

Die kurzen Angaben Pfitzers (1871, S. 107) über *Fragilaria virescens* werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Fragilaria capucina Desmazières, **var. acuta** Grunow. Tafel I, Fig. 31.

Zellen zu langen Bändern vereinigt. Der ellipsoidische Kern liegt im Zentrum einer mittleren Plasmabrücke. Chromatophoren: Eine Platte an jeder Schale, die auf die Gürtelseiten übergreift und die Zellenden erreicht. Dort greifen die Ränder der Platten bisweilen übereinander. Jede Platte ist im Zentrum verdickt und umschließt hier ein deutliches, flach halbkugeliges Pyrenoid. Bei Zellen, die längere Zeit in Kultur gehalten worden sind, tritt in der Regel kein Pyrenoid hervor. Etwa in der Mitte jeder Zellhälfte liegt regelmäßig ein Öltropfen einer Platte an. Daneben finden sich noch einige andere, die keine bestimmte Lage haben. Im Zellsaft zahlreiche Volutinkörnchen.

Die kurzen Angaben von Ott über *Fragilaria capucina* (1901, S. 772) werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt und ergänzt.

Fragilaria capucina Desmazières, **var. mesolepta** Rabenhorst. Tafel I, Fig. 30.

Im innern Bau im Wesentlichen mit der Vorigen übereinstimmend. Die Chromatophoren erreichen die Zellenden nicht und sind auf die Schalenseiten beschränkt. Die Figur ist nach einem Exemplar aus einer alten Kultur gezeichnet, bei dem Pyrenoide nicht hervortraten. In frisch gesammeltem Material sind Pyrenoide stets zu erkennen.

Synedra splendens Kützing.

Inmitten der zentralen Plasmamasse liegt ein kleiner ellipsoidischer Kern, der im Leben völlig homogen erscheint. Kleinere Plasmaanhäufungen an den Zellenden. Chromatophoren: Zwei Platten, eine an jeder Schale. Ränder sanft gewellt. In der Mediane jeder Platte liegen meist drei, selten zwei oder vier planconvexe Pyrenoide in ungefähr gleichen Abständen voneinander. Auch hier treten nach längerer Kultur die Pyrenoide nicht mehr hervor. Im Cytoplasma oder im Zellsaft finden sich stets Öltropfen, die bisweilen so groß sind, daß sie den ganzen Querschnitt der Vacuole erfüllen. Volutinkörner im Cytoplasma und in den Vacuolen.

Nach Karsten (1899, S. 26) liegen die Chromatophoren bei *Synedra ulna var. splendens* Kütz. den Gürtelseiten an und greifen verschiedentlich auf die Schalen über.

Synedra capitata Ehrenberg.

Im innern Bau mit der Vorigen genau übereinstimmend.

Eunotia gracilis Rabenhorst. Tafel I, Fig. 41.

Je 4—10 Zellen sind zu kurzen Bändern vereinigt. Die mittlere Plasmamasse nimmt etwa ein Drittel der Zelle ein. Sie ist von kleinen Vacuolen durchsetzt, die nach der Peripherie zu größer werden. Mit den peripheren Teilen des Plasmaschlauches steht sie durch Plasmafäden und Stränge in Verbindung, die ebenfalls vacuolig sind. An den Zellenden fehlen eigentliche Plasmaanhäufungen. Im Zentrum der Plasmabrücke liegt der große langgestreckte Kern, der einen großen Nucleolus besitzt. Chromatophoren: Eine Platte an jeder Schale, beiderseits auf die Gürtelseiten übergreifend. Hier lassen die glatten, fast geraden Ränder nur eine schmale Längszone unbedeckt, oder sie stoßen zusammen und können sogar übereinandergreifen. Die Ränder haben oft jederseits einen schmalen mittleren Querspalt, der wohl einer sehr frühzeitig beginnenden Teilung entspricht. In dem vacuoligen Teil der Plasmabrücke zahlreiche Öltropfen. Volutinkörner meist im Cytoplasma, nur wenige im Zellsaft.

Eunotia Arcus Ehrenberg. Tafel III, Fig. 13.

Zellen gewöhnlich zu Bändern vereinigt, doch kommen auch häufig Einzelzellen vor. Eine mittlere Plasmabrücke fehlt in der Regel. Der große linsenförmige Kern ist im Zentrum der Zelle an Plasmafäden aufgehängt. Ein Nucleolus ist deutlich. Chromatophoren: Zwei Platten an den Schalen, beiderseits auf die Gürtelseiten umgeschlagen und hier meist mit einem tiefen mittleren Einschnitt versehen. Einige Öltropfen an den Plasmafäden. Volutinkörner in großer Zahl im Zellsaft verteilt.

Eunotia pectinalis Rabenhorst, **forma curta** van Heurck.

Zellen zu langen Bändern vereinigt. Die dicht zusammenschließenden Zellbänder bilden einen häutigen Überzug auf der Wasseroberfläche. Der runde Kern ist im Zentrum der Zelle an Plasmafäden aufgehängt. Er läßt einen Nucleolus erkennen. Chromatophoren: Zwei Platten an den Schalen, die auf die konkave Gürtelseite übergreifen und hier nur einen schmalen mittleren Längsstreifen freilassen. Die konvexe Gürtelseite bleibt unbedeckt. Die Platten besitzen gewöhnlich auf der Gürtelseite einen mittleren Querspalt, der bisweilen die Platte in zwei zerteilt. Doch scheint dies eine verfrühte Teilung zu sein; die ruhende Zelle besitzt jedenfalls nur zwei Chromatophoren. In jeder Zellhälfte liegt gewöhnlich ein großer Öltropfen. Zahlreiche Volutinkörnchen im Zellsaft und im Cytoplasma.

Die Angaben Pfitzers über *Himantidium pectinale* Kützing. (1871, S. 98/99) werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Achnanthes minutissima Kützing. Tafel III, Fig. 8, 9.

Die Zellen wuchsen in einer spontan entstandenen Reinkultur in stehendem Leitungswasser und bedeckten die Wände von Glasgefässen als dichter goldbrauner Überzug. Infolge der Kleinheit der Zellen ist es mir nicht gelungen, den Zellkern sicher nachzuweisen. Chromatophoren: Eine Platte, die der konvexen Schale anliegt, und vom Rande her durch breite Buchten jederseits in 3—5 Lappen geteilt ist. Diese Lappen bedecken die Gürtelseiten und sind noch auf die konkave Schale umgeschlagen. In der Mitte jeder Zellhälfte liegt regelmäßig ein großer Öltropfen, während Volutinkörnchen in geringer Zahl an den Enden der Zelle zu finden sind.

Cocconeis Placentula Ehrenberg. Tafel I, Fig. 38.

Zellen meist mit der Schalenseite am Substrat festgeheftet. Der sphaeroidische Kern ist in der Mitte der Zelle an Plasmafäden aufgehängt. Er hat nur einen dünnen Cytoplasmabeleg, während eigentliche Plasmaansammlungen fehlen. Chromatophoren: Eine Platte, der oberen Schale anliegend. Diese hat in der Mitte auf einer Seite eine tiefe, oft kreisförmig erweiterte Bucht. Die etwas auf

die Gürtelbänder umgeschlagenen Ränder sind durch schmale Einschnitte in ungleiche Lappen zerlegt. Einige Öltropfen liegen der Vacuolenwand an. Zahlreiche Volutinkörnchen im Plasmaschlauch.

Die Angaben Karstens über *Cocconeis Placentula* (1899, S. 94 und 1900, S. 253) werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt, ebenso die kurzen Angaben Mereschkowskys (1901, S. 31).

Naviculae radiosae.

Navicula Kefvingensis Ehrenberg. Tafel I, Fig. 8.

Der ellipsoidische, in der Transapicalachse verlängerte Zellkern liegt gewöhnlich im Zentrum der mittleren Plasmabrücke, seltener an einer Gürtelseite. Im Leben treten die Chromatinkörner sowie ein Nucleolus deutlich hervor. Kleinere Plasmaanhäufungen an den Zellenden. Chromatophoren: Zwei symmetrisch liegende Platten an den Gürtelseiten; Ränder glatt. Bisweilen sind sie auf die Schalen umgeschlagen und haben dann jederseits einen mittleren Querspalt. An der Innenseite der Chromatophoren liegen einige Öltropfen und Volutinkörner. Im Zellsaft Volutinkörner in größerer Zahl.

Navicula gracilis Kützing. Tafel I, Fig. 9.

Stimmt im innern Bau sowie in der Lagerung der Reservestoffe mit *Navicula Kefvingensis* überein. Nur ist der Kern hier kugelrund und die Chromatophoren sind stets auf die Schalen beschränkt.

Navicula radiosa Kützing. Tafel I, Fig. 11.

Stimmt im Wesentlichen des Innenbaues ebenfalls mit *Navicula Kefvingensis* überein. Der runde Kern besitzt 1—2 Nucleolen. Die endständigen Plasmaanhäufungen werden durch die Vacuolen tief ausgehöhlt. An den beiden Enden jedes Chromatophors liegt regelmäßig ein Öltropfen; bisweilen sind zwei gegenüberliegende verschmolzen. Andere Öltropfen an der Innenfläche der Chromatophoren oder bisweilen auch im Innern derselben. Gewöhnlich liegen eine Anzahl Volutinkörner beiderseits der Zellmitte, sowohl im Cytoplasma, als auch im Zellsaft, andere in den Vacuolenwänden und im Cytoplasma an den Zellenden. Die Körner leuchten im polarisierten Licht deutlich auf; bei hoher Einstellung wird dabei ein schwarzes Kreuz sichtbar. Diese doppeltbrechenden Volutinkörner haben im Leben ein bräunliches Aussehen.

Die Angaben A. Meyers über *Pinnularia radiosa* Rabenhorst (1904, S. 140) werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Navicula viridula Kützing, **forma minor.** Tafel I, Fig. 6.

Stimmt im innern Bau im Wesentlichen mit *Navicula Kefvingensis* überein. An den Zellenden treten besondere Plasmaanhäufungen nicht hervor. Die Chromatophoren sind relativ kurz. Die Enden der beiden Platten sind fast stets durch je einen großen Öltropfen verbunden. An der Innenfläche der Chromatophoren liegen zahlreiche Volutinkörnchen.

Die Angaben Mereschkowskys über *Navicula viridula* (1903, c. S. 261) werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Navicula cryptocephala Kützing. Tafel I, Fig. 13.

Stimmt im innern Bau im Wesentlichen mit *Navicula viridula* überein. Doch liegen die Chromatophoren meist asymmetrisch. In diesem Fall verläuft die Plasmabrücke schief durch den Zellraum. Zwei Öltropfen liegen regelmäßig diagonal symmetrisch der Innenseite der Chromatophoren an. Im Zellsaft zahlreiche Volutinkörner.

Die kurzen Angaben von Mereschkowsky über *Navicula cryptocephala* (1901, S. 14) werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Navicula Alpha. Tafel I, Fig. 18.

Stimmt im innern Bau ebenfalls mit *Navicula viridula* überein. Die relativ kurzen Chromatophoren liegen symmetrisch. Zwei Öltropfen liegen diagonal symmetrisch an der Innenseite der Chromatophoren. Am Rand der mittleren Plasmabrücke finden sich eine Anzahl Volutinkörnchen, die im polarisierten Licht deutlich aufleuchten. Andere nicht doppeltbrechende Volutinkörner im Zellsaft.

Naviculae crassinerves.

Navicula cuspidata Kützing.

Von dieser Art habe ich außer der typischen Form, die eine Länge von 80—140 μ besitzt, noch eine andere, die sich von ihr nur durch die Größe unterscheidet und 40—50 μ lang ist und die Varietät *ambigua* untersucht. Die drei Formen stimmen im innern Bau völlig überein. Im Zentrum der mittleren Plasmabrücke liegt ein großer ellipsoidischer Kern mit deutlichem zentralem Nucleolus. Die größere Achse des Kernes fällt mit der Transapicalachse zusammen. Die vorgezogenen Zellenden sind von ansehnlichen Plasmaansammlungen erfüllt. Chromatophoren: Zwei Platten an den Gürtelseiten, die auf die Schalen übergreifen und sie bis auf eine mittlere Längszone bedecken. Ränder glatt, selten ganz sanft gewellt. In den Ecken der mittleren Plasmabrücke liegen gewöhnlich an jeder Schale 4 Öltropfen; bisweilen ist der ganze Rand der Brücke mit solchen besetzt. Charakteristisch für die ruhende Zelle sind zwei große, bis 9 μ im Durchmesser haltende Volutinkugeln, die, jede etwa in der Mitte einer Zellhälfte, unter der Raphe der Vacuolenwand anliegen. Zu Beginn der Kernteilung verschwinden sie, um nach Beendigung der Chromatophorenteilung in den Tochterzellen wieder aufzutreten. Neben den großen Kugeln finden sich stets noch Volutinkörner im Cytoplasma an den Zellenden und im Zellsaft.

Navicula cuspidata Kütz. β *ambigua* Ehr. ist bereits von Pfitzer (1871, S. 36/37), *Navicula cuspidata* Kütz. von Lauterborn (1896, S. 25) und Mereschkowsky (1903, c. S. 260) beschrieben worden. Pfitzer und Mereschkowsky bezeichnen die beiden Volutinkugeln fälschlich als Öltropfen, während Lauterborn zwar ihre Natur erkannt hat, sie aber auf seinen Abbildungen (Tafel II, Fig. 15, 16) frei inmitten der Vacuolen schweben läßt. Im Übrigen werden die Angaben der genannten Autoren durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Naviculae minutissimae.

Navicula exilissima Grunow. Tafel I, Fig. 19.

Stimmt im Wesentlichen mit *Navicula cryptocephala* im inneren Bau überein. Die mittlere Plasmabrücke ist relativ breit. Auch hier kommt die asymmetrische Stellung der Chromatophoren vor. Zwei Volutinkörner liegen konstant diagonal symmetrisch an der Innenfläche der Chromatophoren, oder bisweilen frei in der Mediane der Zelle. Der Rand der Plasmabrücke ist häufig mit Öltröpfchen eingefaßt.

Die drei folgenden Arten unterscheiden sich in ihrem Chromatophorenbau wesentlich von dem *Navicula*-Typus, sodaß man sie wohl von der Gattung *Navicula* abtrennen könnte.

Navicula limosa Kützing. Tafel I, Fig. 16.

Der große sphaeroidische Kern nimmt fast den ganzen Raum der mittleren Plasmabrücke ein. Ein Nucleolus ist deutlich. In der Umgebung des Kernes liegen eine geringe Anzahl Doppelplatten. An den Zellenden befinden sich nur geringe Plasmaansammlungen. Chromatophoren: Eine Platte, die mit ihrer Mediane der Mitte einer Schale anliegt, bedeckt die Gürtelseiten und die andere Schale, auf der nur eine schmale mittlere Zone freibleibt. Ränder glatt und in der Zellmitte etwas weiter voneinander entfernt als an den Enden. Die Platte hat ein Paar symmetrischer medianer Längsspalten, die sie bis auf eine sehr schmale Verbindungsbrücke zerteilen. Öltropfen gewöhnlich in Vierzahl an den Ecken der Plasmabrücke. Volutinkörnchen im Plasmaschlauch und an der Innenfläche der Chromatophoren.

Navicula globiceps Ralfs. Tafel I, Fig. 14.

Stimmt im innern Bau nahezu mit *Navicula limosa* überein. Kern klein, kugelrund. Doppelplatten fehlen. Wenige Öltropfen in der Plasmabrücke. Eine Anzahl Volutinkörner liegen im Zellsaft in der Nähe der Enden an der Vacuolenwand.

Karsten (1899, S. 48) hat *Navicula globiceps* Gregory. beschrieben. Nach seinen Angaben liegen zwei Chromatophoren den Gürtelseiten an.

Navicula bacilliformis Grunow. Tafel I, Fig. 15.

Stimmt im innern Bau fast genau mit *Navicula globiceps* überein In jeder Vacuole liegt konstant ein Öltropfen der Vacuolenwand an und wird anscheinend durch Rotation des Plasmas bewegt. Die beiden Tropfen sind in langsamer, aber ständiger Bewegung begriffen. Volutinkörnchen im Plasmaschlauch und im Zellsaft.

Pinnularia nobilis Ehrenberg

Im Zentrum der breiten mittleren Plasmabrücke liegt ein großer sphaeroidischer Kern, der im Leben nur selten hervortritt. Er besitzt zwei deutliche Nucleolen. In der Umgebung des Kerns zahlreiche Doppelplatten. An den Zellenden geringere Plasmaansammlungen. Im Plasmaschlauch auf der Außenfläche der Chromatophoren befinden sich feine Fäden in schlängelnder Bewegung. In den Plasmaanhäufungen finden sich gewöhnlich einige kleine Vacuolen. Chromatophoren: Zwei Platten liegen den Gürtelseiten an und sind auf die Schalen umgeschlagen, die sie zum großen Teil bedecken. Ränder sehr stark und unregelmäßig zerschnitten und gelappt. Die Platten erreichen die Zellenden. Die ruhenden Zellen sind relativ reich an Reservestoffen. Gewöhnlich liegen große Öltropfen in den Vacuolen, während das Cytoplasma kleinere einschließt. Selten kommen Öltropfen innerhalb der Chromatophoren vor. Stets finden sich zahlreiche Volutinkugeln und Körnchen in den Vacuolen. Auch die endständigen Plasmamassen und vorzüglich der Plasmaschlauch umschließen Volutinkörnchen in großer Zahl. Bei der Zellteilung bleiben nur diese letzteren erhalten, während die Hauptmenge des Volutins verschwindet.

Durch die vorstehende Beschreibung werden die Angaben Bütschlis (1891, b. S. 586) und Lauterborns (1896, S. 18, 22, 25) im Wesentlichen bestätigt. Die bestehenden Differenzen sind bereits im I. Teil besprochen worden.

Pinnularia maior *(Navicula maior ex rec.* Grunow A. Schmidt.) Tafel I, Fig 1.

Stimmt im inneren Bau und in der Anordnung der Reservestoffe vollkommen mit *Pinnularia nobilis* überein.

Pinnularia viridis Ehrenberg.

Stimmt im inneren Bau ebenfalls mit *Pinnularia nobilis* überein. Doch sind die Ränder der Chromatophoren weniger stark zerschnitten und gelappt.

Eine kurze Beschreibung von *Pinnularia viridis* findet sich bei Pfitzer (1871, S. 51), Lauterborn (1896, S. 18, 22, 25) und Ott (1900, S 799). Die Angaben der genannten Autoren werden durch die vorstehende Beschreibung im Wesentlichen bestätigt. Bei *Pinnularia nobilis-maior-viridis* sind die lebenden Zellen häufig von einem mehr oder weniger umfangreichen Mantel aus hyaliner Gallerte umgeben.

Pinnularia viridis Ehrenberg, **forma minor.** Tafel I, Fig. 12.

Mit diesem Namen bezeichne ich eine Form, die nach ihrer Schalenzeichnung zu *Pinnularia viridis* gehört, sich aber von der typischen durch die geringe Größe und die Ausgestaltung der Chromatophoren unterscheidet. Sie besitzt eine Länge von 50—70 μ. Die Ränder der Chromatophoren

lassen mindestens ein Drittel der Schalenbreite unbedeckt und sind sanft gewellt. Einschnitte und Lappen fehlen stets. Gewöhnlich ist diese Form ärmer an Reservestoffen als die typische. Auch ist der Kern rund und hat nur einen Nucleolus.

Pinnularia biceps Gregory. Tafel I, Fig. 3.

Die drei Plasmaansammlungen sind stark entwickelt. Sie werden durch die relativ kleinen Vacuolen tief ausgehöhlt. Im Zentrum der Plasmabrücke liegt der große sphaeroidische Kern mit einem Nucleolus. In der Umgebung des Kernes finden sich einige Doppelplatten. Chromatophoren: Zwei Platten, die den Gürtelseiten anliegen und auch die Schalen bis auf eine mittlere Längszone bedecken. Ränder glatt und fast gerade. Wenige Öltropfen im Cytoplasma. Zahlreiche Volutinkörner im Zellsaft und im Cytoplasma verteilt.

Pinnularia gibba Ehrenberg Tafel I, Fig. 2.

Die mittlere Plasmabrücke ist relativ breit. Sie umschließt den langgestreckten biskuitförmigen Kern, dessen größere Achse mit der Apicalachse zusammenfällt. In jeder Hälfte ein Nucleolus. Geringe Plasmaanhäufungen an den Enden der Zelle. Chromatophoren: Zwei Platten an den Gürtelseiten, die wenig auf die Schalen umgeschlagen sind. Ränder unzerteilt und fast gerade. Jede Platte hat in der Mitte eine ins Zellinnere vorgewölbte Verdickung, die sich quer über die Gürtelseite erstreckt und in ihrem Innern ein flach halbzylindrisches Pyrenoid umschließt, das im Leben deutlich ist. In Zellen, die längere Zeit in Kultur gehalten worden sind, tritt ein Pyrenoid in der Regel nicht hervor. Wenige Öltropfen im Zellsaft oder im Cytoplasma. In beiden Vacuolen liegen gewöhnlich einige Volutinkugeln, umgeben von einer großen Anzahl kleiner Körnchen.

Pinnularia mesolepta W. Smith., **var. stauroneiformis** Grun. Tafel I, Fig. 5.

Stimmt im inneren Bau im Wesentlichen mit *Pinnularia gibba* überein Der Kern ist in der Richtung der Apicalachse nur wenig gestreckt und zeigt eine geringe mittlere Einschnürung. Chromatophoren weit auf die Schalen übergreifend. Das Pyrenoid ist nur in frischem Material deutlich. In der Plasmabrücke einige Öltröpfchen. Zahlreiche Volutinkörnchen im Zellsaft, wenige im Cytoplasma an den Zellenden.

Pinnularia interrupta W. Smith. Tafel I, Fig. 4.

Stimmt ebenfalls im inneren Bau mit *Pinnularia gibba* überein. Doch ist die Plasmabrücke schmäler und der Kern weniger lang gestreckt Die Chromatophoren bedecken auch die Schalen zum größten Teil. Das Pyrenoid ist halbzylindrisch, deutlich und relativ groß. Wenige Öltröpfchen liegen an der Innenfläche der Chromatophoren. Volutinkörner im Zellsaft und im Cytoplasma.

Caloneis amphisbaena Cleve. Tafel I, Fig. 10

Im Zentrum der schmalen Plasmabrücke liegt der große ellipsoidische Kern, dessen längere Achse mit der Transapicalachse zusammenfällt. Er läßt im Leben deutlich einen Nucleolus und die zahlreichen Chromatinkörner erkennen. Der Kern wölbt die Plasmabrücke gegen die Vacuolen vor. Die geknopften Zellenden sind mit Cytoplasma erfüllt. In der Umgebung des Kernes liegen eine Anzahl Doppelplatten. Chromatophoren: Zwei Platten an den Gürtelseiten, die stets etwas asymmetrisch orientiert sind. Während das eine Ende einer Platte nur bis zur Einschnürung vor dem Zellende reicht, erstreckt sich das andere bis zum Zellende selbst. Die auf die Schalen umgeschlagenen Plattenränder sind sanft gewellt, nur in der Mitte ist eine Bucht. In jeder Zelle finden sich zwei längliche, bisweilen nierenförmige Öltropfen, die nahe den Enden der Innenseite der Platten anliegen. Die Tropfen liegen diagonal symmetrisch, jeder an dem Ende der Platte, das das Zellende nicht erreicht. Mitunter noch einige Öltropfen an der Plasmabrücke. Zahlreiche Volutinkörner im Zellsaft oder im Cytoplasma an den Zellenden.

Nach Mereschkowsky (1901, a. Tafel I, Fig. 12, 13) liegen die Chromatophoren symmetrisch Seine andern Angaben (l. c. S. 6) werden durch die vorstehende Beschreibung im Wesentlichen bestätigt.

Diploneis elliptica Cleve. Tafel I, Fig. 7.

Die mittlere Plasmabrücke beginnt als schmale Schneide in der Mitte einer Gürtelseite, verbreitert sich nach der andern hin allmählich und umschließt hier den ellipsoidischen Kern, der einen deutlichen Nucleolus erkennen läßt. Mitunter ist die Plasmabrücke relativ breit, ihre Ränder divergieren aber stets nach der Seite hin, wo der Kern liegt. Endständige Plasmaanhäufungen fehlen. Chromatophoren: Zwei Platten an den Gürtelseiten, die sich an den Zellenden berühren. Auch die auf die Schalen umgeschlagenen Ränder stoßen dort bisweilen annähernd zusammen. Die Ränder sind durch eine Reihe von tiefen schmalen Einschnitten in Lappen zerteilt. Wenige Öltropfen liegen der Plasmabrücke oder der Vacuolenwand an. In jeder Vacuole finden sich einige relativ große Volutinkugeln und eine Anzahl kleiner Körner freischwimmend.

Anomoeoneis sphaerophora Pfitzer. Tafel I, Fig. 21.

Die Plasmabrücke ist nach der einen Gürtelseite hin verschmälert. Ihre Mitte wird durch den großen Zellkern gegen die Vacuolen ein wenig vorgewölbt. Außer einem Nucleolus läßt der Kern im Leben deutlich die gleichmäßig verteilten Chromatinkörner erkennen. Die vorgezogenen Zellenden sind von Cytoplasma erfüllt. Chromatophoren: Eine Platte, die derjenigen Gürtelseite anliegt, der die schmälere Seite der Plasmabrücke zugekehrt ist. Sie greift über die Schalen bis auf die andere Gürtelseite hinüber. Die Platte hat drei Paare von Längsspalten, eines in ihrer Mediane, die beiden andern beiderseits unter der Raphe. Die freien Ränder haben je einen tiefen mittleren Querspalt, der bis zur Schalenmitte reicht und am Grunde erweitert ist. Die medianen Einschnitte lassen nur ein schmales Stück unzerteilt. Diese Partie besitzt eine quer über die Gürtelseite laufende Verdickung, die ein großes, im Leben deutliches Pyrenoid von eigenartiger hantelförmiger Gestalt umschließt. Es besteht aus zwei linsenförmigen Stücken, die an den Schalenkanten liegen und durch eine schmale Brücke verbunden sind. Gewöhnlich liegen eine Anzahl Öltropfen den Vacuolenwänden an, während die zahlreichen Volutinkörner im Zellsaft verteilt sind.

Anomoeoneis sphaerophora ist von Pfitzer (1871, S. 78) und Schmitz (1884, S. 125) beschrieben worden. Die Beschreibung Pfitzer's ist bereits durch Schmitz berichtigt worden, dessen Angaben durch die vorstehende Beschreibung bestätigt werden.

Placoneis dicephala (W. Smith) Mereschkowsky Tafel I, Fig. 26.

Eine mittlere Plasmabrücke mit Zellkern tritt im Leben nicht hervor. Leider war es mir nicht möglich, beide durch Färbung nachzuweisen, da ich die Form nur ein einziges Mal gefunden habe. Chromatophoren: Eine Platte, die mit den Enden einer Gürtelseite anliegt, während der mittlere Teil fast bis zur Zellmitte von der Zellmembran abgebogen ist. Dieser Teil ist ein wenig verdickt und enthält in seinem Innern ein flaches undeutliches Pyrenoid. Der Raum zwischen Platte und Zellmembran scheint von Cytoplasma erfüllt zu sein. Die Platte bedeckt die Schalen und ist auf die andere Gürtelseite umgeschlagen. Sie hat auf jeder Schalenseite ein Paar von schmalen Längseinschnitten unter der Raphe und ein Paar mittlerer Querbuchten, die am Grunde erweitert sind. Zwei Volutinkugeln liegen symmetrisch in der Mediane in der Nähe der Zellenden; außerdem eine Reihe von eckigen Volutinkörnern an der Gürtelseite, der die Enden des Chromatophors anliegen. Wenige Öltropfen an den Vacuolenwänden.

Placoneis dicephala ist von Mereschkowsky (1903, d. S. 7) beschrieben worden. Nach seiner Meinung enthält der Raum zwischen Chromatophor und Gürtelseite einen öligen Körper, der vielleicht ein Pyrenoid vorstellt. Im Übrigen werden seine Angaben durch die vorstehende Beschreibung im Wesentlichen bestätigt.

Placoneis bicapitata *nov. sp.* Tafel I, Fig. 28.

Mit diesem Namen bezeichne ich eine Form, die wohl Ähnlichkeit mit *Placoneis* (*Navicula*) *dicephala* hat, sich von dieser Form aber nicht unwesentlich unterscheidet. Schalenkanten nicht parallel, sondern gleichmäßig gebogen. Enden deutlich geknopft. Die Länge erreicht mit 19—23 μ, die von De Toni (1891, S. 57) für *Navicula dicephala* angegebene Minimallänge von 25 μ nicht. Schalenbreite ca. 8 μ. Chromatophoren: Eine Platte, die einer Gürtelseite anliegt, die Schalen bedeckt und auf die andere Gürtelseite umgeschlagen ist. Sie ist in der Mitte ein wenig von der Zellmembran entfernt, verdickt und umschließt hier ein deutliches, flach halbzylindrisches Pyrenoid. Die Ränder besitzen dieselben Spalten wie bei *Placoneis dicephala*. Die Plasmabrücke zieht von der Mitte des Chromatophors nach der gegenüberliegenden Gürtelseite. Hier ist sie breiter und umschließt den ellipsoidischen Kern, der in der Richtung der Apicalaxe verlängert ist und zwei Nucleolen besitzt. Die beiden Volutinkugeln in der Nähe der Zellenden finden sich regelmäßig, daneben einige andere im Zellsaft; kleine Körnchen sind im Plasmaschlauch eingebettet. Wenn Öltröpfchen vorhanden sind, liegen sie gewöhnlich den Vacuolenwänden an.

Placoneis Placentula. Tafel I, Fig. 20.

Mit diesem Namen bezeichne ich *Navicula Placentula* Cleve, weil sie nach ihrem inneren Bau eine *Placoneis* ist. Somit wird die durch Mereschkowsky (1903, d. S. 13) ausgesprochene Vermutung, daß *Navicula Placentula* zu seinem Genus *Placoneis* gerechnet werden müsse, durch meine Befunde bestätigt. Sie kommt in ihrem inneren Bau der von Mereschkowsky (l. c. S. 4-6) beschriebenen *Placoneis exigua* sehr nahe. Chromatophoren: Eine Platte, die zwischen den Mittellinien der Schalen ausgespannt und nur an den Zellenden nach einer Gürtelseite hingebogen ist, der sie dort ein kurzes Stück anliegt. Die Platte entsendet auf jede Schale zwei Paar breite Lappen, die die Schalen nahezu bedecken und in der Zellmitte durch zwei schmale Spalten voneinander getrennt sind. Die Gürtelseite, der die Enden der Platte anliegen, bleibt in der Mitte frei. Die andere dagegen wird von den beiden Lappenpaaren zum Teil bedeckt, die nur ein schmalarmiges ungefärbtes Kreuz zwischen sich freilassen. In der kaum verdickten mittleren Partie der Platte liegt ein sehr großes flaches Pyrenoid. Von hier zieht die Plasmabrücke nach der Gürtelseite, die das helle Kreuz zeigt, hin und umschließt dort den Kern, der in der Richtung der Apicalachse verlängert und jedenfalls ellipsoidisch gestaltet ist. Doch war die Form nicht mit Sicherheit festzustellen. Der Kern läßt zwei Nucleolen erkennen. Auf der anderen Seite der Platte befindet sich eine Vacuole, die von einigen Plasmasträngen durchsetzt wird. Diese scheinen zur Befestigung der Platte im Zellraum zu dienen. In der Nähe der Zellenden liegen regelmäßig zwei Öltropfen symmetrisch an der Seite der Platte, die dem Kern zugekehrt ist, andere bisweilen im Cytoplasma. In den drei Vacuolen finden sich zahlreiche Volutinkörner.

Colletonema vulgare Thwaites. Tafel I, Fig. 27.

Die mittlere Plasmabrücke umschließt den Kern, der etwa biskuitförmig wie bei *Pinnularia mesolepta* gestaltet ist. Doch war dies nicht mit Sicherheit festzustellen, da die dichte Anhäufung der Zellen in Gallertthalloiden die Beobachtung sehr erschwerte. Chromatophoren: Zwei Platten an den Gürtelseiten, die kaum auf die Schalen übergreifen. Der mittlere Abschnitt jeder Platte zeigt eine querverlaufende Verdickung, die ins Zellinnere vorragt und ein halbzylindrisches, im Leben deutliches Pyrenoid umschließt. Gewöhnlich einige Öltropfen an der Innenfläche der Chromatophoren. Zahlreiche Volutinkörnchen im Plasmaschlauch verteilt. Die Angaben Pfitzers (1871, S. 60) über *Colletonema vulgare* sind bereits durch Schmitz (1884, S. 118) berichtigt worden. Die Befunde von Schmitz decken sich im Wesentlichen mit der vorstehenden Beschreibung, doch ist nach seinen Angaben der mittlere verdickte Abschnitt des Chromatophors gegen das Zellinnere eingebogen und dadurch von der Zellwand entfernt.

Stauroneis Phoenicenteron Ehrenberg. Tafel I, Fig. 25.

Im Zentrum der Plasmabrücke der sphaeroidische Kern mit großem Nucleolus. Die vorgezogenen Zellenden sind von Cytoplasma erfüllt. Chromatophoren: Zwei Platten an den Gürtelseiten. Die auf die Schalen umgeschlagenen Ränder sind sanft gewellt und haben in der Zellmitte häufig eine tiefe Bucht. In der Mediane jeder Platte vier flache linsenförmige Pyrenoide, die im Leben nur undeutlich hervortreten. Gewöhnlich liegen einige Öltropfen am Rand der Plasmabrücke Im Zellsaft zahlreiche Volutinkörner, einige auch im Cytoplasma an den Zellenden.

Die Angaben Mereschkowskys (1903, a. S. 158) über *Stauroneis Phoenicenteron* sind im Wesentlichen durch die vorstehende Beschreibung bestätigt. Doch hat er bis zu 12 Pyrenoide in einer Platte gefunden.

Stauroneis anceps Ehrenberg. Tafel I, Fig. 24.

Stimmt im Wesentlichen des inneren Baues mit *Stauroneis Phoenicenteron* überein. Der ellipsoidische Kern ist in der Richtung der Transapicalachse am längsten. Chromatophoren: Wie bei der vorigen. Doch enthält jede Platte nur zwei Pyrenoide (in einem Falle fand ich drei), die aber größer und deutlicher sind. Ich fand auch in einem Fall, daß die beiden Platten durch eine Brücke von Chromatophorensubstanz verbunden waren, die fast ganz eingenommen wurde von dem Mittelteil eines hantelförmigen Pyrenoids, das an Stelle von zwei gegenüberliegenden dalag Öltropfen liegen gewöhnlich am Rand der Plasmabrücke. Volutin wie bei der vorigen.

Die kurzen Angaben Mereschkowskys (1903, a. S. 157) werden durch die vorstehende Beschreibung im Wesentlichen bestätigt.

Pleurostauron acutum Rabenhorst. Tafel I, Fig. 22, 23.

Je 4—6 Zellen sind zu kurzen Bändern vereinigt. Die mittlere Plasmabrücke steht mit den endständigen Plasmaanhäufungen und dem Plasmaschlauch durch ein Gewirr von Plasmafäden und Lamellen in Verbindung, sodaß an Stelle zweier großer Vacuolen zahlreiche kleine treten Im Zentrum liegt ein großer ellipsoidischer Kern, der in der Pervalvarachse am längsten ist und einen großen Nucleolus besitzt. Der Kern tritt im Leben nicht hervor. Chromatophoren wie bei *Stauroneis Phoenicenteron,* doch mit glatten Rändern. Pyrenoide relativ groß, halbkugelig, im Leben deutlich. Die Vacuolenwände sind mit Volutinkörnchen mehr oder weniger dicht besetzt. Öltropfen ebenfalls in den Vacuolen.

Nach den Angaben Lauterborns (1896, S. 19) ist bei *Pleurostauron acutum* die Plasmabrücke gegen die Vacuolen vorgewölbt und wiederholt die Konturen des Kerns, der von der Gürtelseite gesehen die Gestalt einer biconvexen Linse besitzt. Pyrenoide scheint Lauterborn nicht beobachtet zu haben.

Gyrosigma attenuatum Rabenhorst.

Die breite Plasmabrücke umschließt den großen ellipsoidischen Zellkern, der einen deutlichen Nucleolus besitzt. Die längere Achse des Kerns fällt mit der Apicalachse zusammen. Endständige Plasmaanhäufungen geringfügig. Chromatophoren: Zwei lange Platten an den Gürtelseiten. Ränder weit auf die Schalen umgeschlagen und durch tiefe Einschnitte in unregelmäßige Lappen zerteilt In der Zellmitte tritt eine tiefere Bucht hervor, die beiderseits bis auf die Gürtelseiten reicht, aber nie die Platten ganz durchschneidet. In der Mediane jeder Platte eine Anzahl paralleler spindelförmiger, an den Enden abgerundeter Pyrenoide; es kommen bis zu 25 in einer Platte vor. Die Pyrenoide der einen Platte sind gegen die Apicalebene nach rechts, die der anderen nach links geneigt, sodaß sie, aufeinander projiziert, sich kreuzen. Sie treten im Leben deutlich als heller gefärbte Stellen in der Gürtelansicht hervor und färben sich sowohl mit Safranin als auch mit Hae-

matoxylin. Öltropfen liegen gewöhnlich in großer Zahl der Mediane der Chromatophoren an, ebenso dem Rand der Plasmabrücke. Zahlreiche Volutinkörner in den Vacuolen.

Die Angaben Mereschkowskys über *Gyrosigma attenuatum Kütz.* (1901, a. S. 23) werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Gyrosigma Kützingii Grunow. Tafel I, Fig. 17.

Stimmt in ihrem inneren Bau im Wesentlichen mit *Gyrosigma attenuatum* überein. Kern rund Die zugespitzten Zellenden sind von Cytoplasma erfüllt. Die Chromatophoren sind manchmal relativ kurz und dann gewöhnlich etwas asymmetrisch orientiert. Die freien Ränder sind glatt, nur in der Zellmitte haben sie jederseits eine Bucht, sodass der Kern freigelassen wird. Reservestoffe wie bei *G. attenuatum.*

Gomphonema constrictum Ehrenberg. Tafel II, Fig. 17, 18, 19.

Zellen wie bei den folgenden Gomphonemen an Gallertstielen, aber auch häufig frei. Die Plasmabrücke ist nach einer Gürtelseite hin verbreitert Hier liegt der ellipsoidische Kern, dessen längere Achse der Apicalachse parallel ist. Ein Nucleolus ist deutlich. Chromatophoren: Eine Platte an der dem Kern abgewandten Gürtelseite, die die Schalen bedeckt und auf die andere Gürtelseite übergreift Die Platte hat drei Paare von Längsspalten, eines in der Mediane und eines auf jeder Schalenseite unter der Raphe. Die freien Ränder sind gewellt. Die Platte hat in der Mitte eine quer über die Gürtelseite laufende Verdickung, die ein deutliches, flach halbzylindrisches Pyrenoid umschließt. Die Zellen sind gewöhnlich reich an Öltropfen, die den Vacuolenwänden anliegen. Zahlreiche Volutinkörner im Zellsaft

Die Angaben Pfitzers über *Gomphonema constrictum* (1871, S. 89) werden durch die vorstehende Beschreibung im Wesentlichen bestätigt. Pfitzer, der ein Pyrenoid damals noch nicht kannte, spricht von einem zwischen Zellwand und Chromatophor eingeschalteten dichteren Plasmaband.

Gomphonema capitatum Ehrenberg.

Stimmt im inneren Bau mit *Gomphonema constrictum* überein. Doch erreicht das Chromatophor die Zellenden nicht; die Ränder sind glatt. Das Pyrenoid ist deutlicher und hat die Form eines abgeplatteten Cylinders. Reservestoffe wie bei *G. constrictum.*

Gomphonema acuminatum Ehrenberg. Tafel II, Fig. 21.

Stimmt im inneren Bau mit *Gomphonema capitatum* überein. Nur ist das Pyrenoid schwächer entwickelt und noch flacher als bei *G. constrictum.* Reservestoffe wie bei dieser.

Gomphonema angustatum Kützing. Tafel I, Fig. 29.

Stimmt ebenfalls mit *Gomphonema capitatum* überein. Die freien Chromatophorenränder sind sanft gewellt. Reservestoffe nur in geringer Menge vorhanden. Die Öltröpfchen liegen den Vacuolenwänden an, die Volutinkörner sind in der Nähe der Zellenden angesammelt.

Die kurzen Angaben von Ott (1901, S. 782) werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Cymbella gastroides Kützing. Tafel II, Fig. 1, 2.

Die mittlere Plasmabrücke sitzt der schwächer gewölbten (ventralen) Gürtelseite in ziemlicher Breite auf und ist nach der stärker gewölbten (dorsalen) Gürtelseite zu stark verschmälert. Von ihr strahlen Plasmafäden durch die Vacuolen nach dem Plasmaschlauch aus. Dicht an der Ventralseite liegt der große nierenförmige Zellkern, dessen konkave Seite der Dorsalseite zugewandt ist. Er läßt im Leben außer zwei Nucleolen deutlich die gleichmäßig verteilten Chromatinkörner erkennen. Von der Ventralseite gesehen, erscheint der Kern biskuitförmig. Chromatophoren: Eine Platte,

die der Dorsalseite anliegt, die Schalen bedeckt und auf die Ventralseite umgeschlagen ist. Sie besitzt dieselben drei Paare von Längsspalten, wie bei den *Gomphonemen*. Die freien Ränder sind glatt und haben eine mittlere Bucht. Die unzerteilte mittlere Partie der Platte ist in der ganzen Breite der Gürtelseite von der Zellwand abgebogen, wodurch eine nach der Dorsalseite offene Rinne entsteht, die von Cytoplasma erfüllt ist. Dieser ins Zelllumen vorspringende Teil der Platte ist verdickt und umschließt ein Pyrenoid, das etwa die Form eines halben Zylinders hat und sich quer über die Gürtelseite erstreckt. Das Pyrenoid ist im Leben nicht deutlich. Öltropfen und Volutinkugeln sind im Cytoplasma und im Zellsaft in der Umgebung des Pyrenoids angehäuft, auch an den Zellenden findet gewöhnlich eine starke Anhäufung des Volutins statt Kleine Volutinkörnchen auch an der Außenfläche des Chromatophors. Bisweilen sind die Vacuolen vollständig von Volutin erfüllt. Die Kugeln leuchten im polarisierten Licht auf und lassen bei hoher Einstellung ein schwarzes Kreuz erkennen.

Bezüglich der Angaben Pfitzers (1871, S. 79/80) für *Cymbella gastroides Kütz.* gilt das weiter oben bei *Gomphonema constrictum* Gesagte.

Cymbella truncata Rabenhorst. Tafel II, Fig 7.

Stimmt im inneren Bau im Wesentlichen mit *Cymbella gastroides* überein. Die Plasmabrücke ist an der Dorsalseite auffallend schmal, verbreitert sich aber nach der Ventralseite zu sehr stark, um das mittlere Drittel derselben völlig zu bedecken. Hier liegt der große Kern, der 2—4 Nucleolen besitzt und die feinere Struktur im Leben erkennen läßt. Das Chromatophor nimmt nur $^2/_3$ der Zelllänge ein. Das Pyrenoid ist noch kleiner und undeutlicher als bei *Cymbella gastroides*. Zahlreiche Volutinkugeln sind in den Zellenden angehäuft, einige Öltropfen liegen ebenfalls in den Vacuolen.

Cymbella naviculiformis Auerswald. Tafel II, Fig. 3

Stimmt ebenfalls im Wesentlichen des Innenbaues mit *Cymbella gastroides* überein. Die Plasmabrücke ist auffallend breit, am breitesten an der Ventralseite, die sie zur Hälfte bedeckt. Kleinere Plasmaansammlungen treten an den Zellenden hervor. Vacuolen klein. Die mittlere Partie des Chromatophors entfernt sich nur wenig von der Zellmembran, ist aber sehr stark verdickt, sodaß der Rand bis über die Zellmitte hinausgeht. Sie umschließt ein großes deutliches Pyrenoid, das in der Schalenansicht kreisrund erscheint und demnach zylindrisch gestaltet ist. In jeder Vacuole liegt ein Gebilde von dem Aussehen eines Volutinkorns, das eine Volutinreaktion nicht gab. Leider gelangte die Art nur in zwei Exemplaren zur Beobachtung, sodaß ich die Natur der Gebilde nicht habe feststellen können. Zahlreiche Volutinkörner sind in der Umgebung des Pyrenoids angehäuft.

Die Angaben Mereschkowsky's über *Cymbella naviculiformis* (1903, c. S. 357) werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt. Er gibt an, daß die fraglichen Gebilde von einer kleinen runden Blase umgeben seien.

Cymbella Alpha. Tafel II, Fig. 4.

Stimmt im innern Bau ebenfalls im Wesentlichen mit *Cymbella gastroides* überein. Die Plasmabrücke ist an beiden Gürtelseiten gleich breit Der mittlere schwach verdickte Abschnitt des Chromatophors entfernt sich nur wenig von der Zellmembran und umschließt ein sehr flaches undeutliches Pyrenoid. Öltröpfchen liegen in der Plasmabrücke und außen an ihrem Rand. Volutinkörnchen in geringer Zahl im Cytoplasma und im Zellsaft verteilt.

Cocconema lanceolatum Ehrenberg. Tafel II, Fig. 10.

Zellen an Gallertstielen. Unterscheidet sich im inneren Bau wesentlich vom Cymbellatypus. Das plattenförmige Chromatophor ist zwischen den Mittellinien beider Schalen ausgespannt und berührt die Dorsalseite nur kurz vor den Zellenden Die

Schalenansicht zeigt die Platte stets im Profil. Ihre Ränder sind auf die Schalen nach rechts und links umgeschlagen und durch schmale Einschnitte in zahlreiche unregelmäßige Lappen zerspalten. Die Platte hat etwa die Form eines T-trägers und besitzt demnach 4 Reihen von Lappen. Ein Pyrenoid fehlt. Die Mitte der Platte ist mit der Ventralseite durch eine Plasmabrücke verbunden, die den nierentörmigen Zellkern umschließt. Zwischen Chromatophor und Dorsalseite befindet sich eine dritte Vacuole. Wenige Öltropfen liegen im Cytoplasma oder im Zellsaft. Volutinkugeln in den Vacuolen. Bisweilen ist der gesamte verfügbare Raum mit ihnen, sozusagen, vollgepfropft.

Eine Beschreibung von *Coccônema lanceolatum* findet sich bei Pfitzer (1871, S. 80), Schmitz (1884, S. 121) und Ott (1901, S. 785). Die unzutreffenden Angaben Pfitzer's sind bereits durch Schmitz berichtigt worden, dessen Beschreibung durch die vorstehende bestätigt wird. Nach Ott sind nur drei Reihen von Chromatophorenlappen vorhanden, zwei ventrale und eine mittlere dorsale

Cocconema Cistula Ehrenberg. Tafel II, Fig. 8.

Stimmt im Wesentlichen des inneren Baues mit *Cymbella gastroides* überein. Zellen an Gallertstielen. Die Plasmabrücke ist relativ schmal. Kern im Leben deutlich Chromatophor wenig in die Länge entwickelt. Besonders kurz sind die ventralen Lappenpaare, die nur die Hälfte der Ventralseite bedecken. Der verdickte mittlere Teil der Platte ist ziemlich weit von der Zellmembran entfernt, die dadurch gebildete Rinne etwa doppelt so breit als bei *Cymbella gastroides*. Das Pyrenoid ist halbzylindrisch und im Leben einigermaßen deutlich. Die wenigen beobachteten Zellen waren sehr arm an Reservestoffen. Im Zellsaft einige Öltropfen, kein Volutin Doch ist es unwahrscheinlich, daß die Art überhaupt kein Volutin bildet, da auch bei volutinführenden Formen wie *Pinnularia maior* und *Cymbella gastroides* volutinfreie Zellen vorkommen.

Cocconema Alpha. Tafel II, Fig. 9.

Zellen an Gallertstielen. Im inneren Bau weitgehende Übereinstimmung mit *Cocconema Cistula*. Chromatophor länger, ventrale Lappen nicht verkürzt. Der mittlere Teil der Platte ist nur wenig von der Zellmembran entfernt, aber stark verdickt und umschließt ein deutliches, nahezu zylindrisches Pyrenoid, das nur an der Dorsalseite etwas abgeflacht ist. Im Zellsaft zahlreiche Volutinkörnchen und gewöhnlich einige Öltropfen.

Cocconema stomatophora Grunow. Tafel II, Fig. 5.

Stimmt ebenfalls im Wesentlichen des inneren Baues mit *Cocconema Cistula* überein. Zellen an Gallertstielen. Plasmabrücke relativ breit. Das Chromatophor besitzt außer den drei Paaren von Längseinschnitten noch jederseits eine mittlere Querbucht, die bis zur Zellmitte reicht. Die vier ventralen Lappen schließen mitunter so dicht zusammen, daß zwischen ihren Rändern kaum ein Zwischenraum zu sehen ist. Der mittlere Teil der Platte entfernt sich wenig von der Zellmembran, und hat eine ungewöhnlich breite, ziemlich starke Verdickung, die ein breites, abgeflachtes Pyrenoid umschließt. Öltropfen in der Plasmabrücke oder an ihrem Rand in den Vacuolen. Zahlreiche Volutinkörner im Zellsaft und im Cytoplasma.

Cocconema helvetica Grunow. Tafel II, Fig. 6.

Stimmt im inneren Bau im Wesentlichen mit *Cocconema Cistula* überein. Zellen an Gallertstielen. Plasmabrücke an der Ventralseite kaum verbreitert. Das Chromatophor erreicht die Zellenden beinahe. Ränder glatt. Der mittlere Teil entfernt sich kaum von der Zellmembran, ist kaum verdickt und enthält ein sehr flaches, relativ breites Pyrenoid, das im Leben fast nicht hervortritt. Öltropfen sind im Cytoplasma eingebettet oder fassen den Rand der Plasmabrücke ein Zahlreiche Volutinkörnchen im Zellsaft.

Encyonema paradoxum Kützing. Tafel II, Fig. 14

Zellen in unverzweigten Gallertschläuchen in langer Reihe hintereinanderliegend. Sie bewegen sich innerhalb der Schläuche und wandern häufig aus ihnen aus. Die Plasmabrücke ist an der Dorsalseite schmäler als an der Ventralseite, der der grosse ellipsoidische Kern etwas genähert ist. Der Kern nimmt die ganze Breite der Plasmabrücke ein und wölbt sie ein wenig gegen die Vacuolen vor. Sein längerer Durchmesser fällt mit der Transapicalaxe zusammen. Ein großer Nucleolus ist deutlich. Chromatophoren: Eine Platte, die der Ventralseite anliegt, die Schalen bedeckt und auf die Dorsalseite umgeschlagen ist. Hier haben die Ränder eine mittlere Bucht. Die Platte hat drei Paare von Längsspalten wie bei *Cymbella*. Sie besitzt in ihrem mittleren Teil eine quer über die Ventralseite verlaufende Verdickung, die ein sehr flaches, im Leben kaum sichtbares Pyrenoid enthält. Regelmäßig liegt in jeder Vacuole ein großes Volutinkorn. Die Körner sind rundlich, oft mit höckeriger Oberfläche; manche sehen aus, als ob sie aus mehreren Körnern zusammengesetzt wären. Sie befinden sich in beständiger zitternder Bewegung, sowohl in langsamer Drehung um sich selbst, als auch in langsamer Ortsbewegung ohne bestimmte Richtung. Die Körner leuchten im polarisierten Licht stark auf, bei hoher Einstellung wird ein schwarzes Kreuz sichtbar. Bisweilen finden sich auch wenige kleine doppeltbrechende Körner in der Plasmabrücke.

Encyonema ventricosa Heiberg var. ? Tafel II, Fig. 11—13.

Stimmt im inneren Bau mit *Encyonema paradoxum* überein. Der Kern liegt dicht an der Dorsalseite. Er läßt zwei Nucleolen erkennen. Die Längsspalten des Chromatophors sind schmal und nicht sehr tief. Die Mitte der Platte ist kaum merklich verdickt, das Pyrenoid sehr flach und undeutlich. In jeder Vacuole ein großes Volutinkorn von gleichem Aussehen wie bei *E. paradoxum*. Die Körner leuchten im polarisierten Licht deutlich auf. Außerdem zahlreiche Volutinkörnchen im Zellsaft und im Cytoplasma verteilt. Wenige Öltropfen in der Plasmabrücke. Die kurzen Angaben Mereschkowsky's (1903, d. S. 82/83) werden durch die vorstehende Beschreibung im Wesentlichen bestätigt. Mereschkowsky bezeichnet die beiden großen Volutinkörner als Libroplasten und gibt an, sie bestünden aus einer Anzahl von Körnern, die anscheinend durch eine Plasmamasse zusammengehalten würden.

Encyonema lunula (Ehrenberg). Grunow. Tafel II, Fig. 20.

Im inneren Bau mit *Encyonema ventricosa* übereinstimmend. Die Plasmabrücke ist an beiden Seiten etwa gleich breit. Der Kern läßt einen Nucleolus erkennen. Die Längsspalten im Chromatophor sind ziemlich tief. Es hat eine deutliche Verdickung, das relativ große flache Pyrenoid ist im Leben gut sichtbar. Zwei Volutinkörner liegen symmetrisch unter der Raphe. Sie leuchten im polarisierten Licht auf, ein schwarzes Kreuz ist bei hoher Einstellung deutlich. Einige Öltropfen liegen an den Vacuolenwänden, Volutinkörnchen im Zellsaft.

Encyonema Alpha. Tafel II, Fig. 15.

Stimmt im inneren Bau mit *Encyonema lunula* überein. Die Plasmabrücke ist an der Dorsalseite breiter. Die Längsspalten im Chromatophor sind sehr tief. Die auf die Dorsalseite umgeschlagenen Chromatophorenränder sind glatt, nur in der Mitte haben sie einige sternförmig ausstrahlende Buchten. Das Pyrenoid ist einigermaßen deutlich. Einige Öltropfen liegen in der Plasmabrücke, zahlreiche Volutinkörnchen im Cytoplasma und im Zellsaft.

Encyonema Beta. Tafel II, Fig. 16.

Die Zellen liegen in Gallertthalloiden dichtgedrängt in großer Anzahl beisammen. Im inneren Bau im Wesentlichen mit *Encyonema paradoxum* übereinstimmend. Die Plasmabrücke entsendet durch die Vacuolen hindurch Plasmafäden nach der Peripherie der Zelle. Der Kern ist der Dorsalseite ein wenig genähert. Die freien Ränder des Chromatophors sind in unregelmäßige Läppchen zerschnitten.

Ob eine mittlere pyrenoidführende Verdickung vorhanden ist, habe ich nicht mit Sicherheit feststellen können, da die dichte Anhäufung der Zellen die Beobachtung sehr erschwerte. Auf keinen Fall ist sie deutlich. Der Nachweis der Reservestoffe gelang nicht, da die Gallerthülle die Reagentien nicht zu den Zellen gelangen ließ.

Amphora ovalis Kützing.

Im Zentrum der Plasmabrücke liegt der ellipsoidische Kern, der in der Richtung der Pervalvaraxe gestreckt ist und einen Nucleolus erkennen läßt. In der Umgebung des Kernes Doppelplatten in geringer Anzahl. Chromatophoren: Eine Platte, die der Ventralseite anliegt, die Schalen und den größten Teil der Dorsalseite bedeckt. Die Platte erreicht die Zellenden. Sie hat in der Mediane zwei tiefe Längseinschnitte, die in der Mitte erweitert sind und sie bis auf eine schmale Zone zerteilen; bisweilen sind es auch breite Buchten. Der freie Rand zeigt in der Mitte jederseits einen tiefen Querspalt, so daß auf der Dorsalseite vier Lappen erscheinen In der ruhenden Zelle liegen konstant zwei große Volutinkugeln symmetrisch in der Mediane der Ventralseite an. Ihre Natur ist zuerst von Lauterborn (1896, S. 31) richtig erkannt worden. An Stelle einer großen Kugel sind bisweilen mehrere kleine vorhanden. Die Kugeln verschwinden, wenn die Zelle sich zur Teilung anschickt, um nach beendigter Teilung wieder aufzutreten, was schon Lauterborn (l. c.) beobachtet hat Sie leuchten im polarisierten Licht deutlich auf und lassen bei hoher Einstellung ein schwarzes Kreuz erkennen. Gewöhnlich einige Öltropfen in der Plasmabrücke. zahlreiche Volutinkörnchen im Zellsaft.

Die beiden Volutinkugeln sind von Pfitzer (1871, S. 82) als Öltropfen bezeichnet worden. Im Übrigen werden die Angaben Pfitzers (l. c) durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Amphora Proteus Gregory Tafel III, Fig. 18.

Stimmt im Wesentlichen des inneren Baues mit *Amphora ovalis* überein. Die Plasmabrücke wird von der Schalenseite gesehen, durch die Vacuolen tief ausgehöhlt. In ihrem Zentrum liegt der relativ kleine sphaeroidische Kern mit einem Nucleolus. Doppelplatten vorhanden Das Chromatophor wird durch die breiten medianen Längsspalten bis auf einen ganz schmalen Streifen zerteilt. Jeder dieser Spalten hat in der Mitte ein Paar gegenüberliegende flache breite T-förmige Querbuchten. Die mittleren Querspalten sind sehr tief und auf den Schalenseiten zu einer runden Bucht erweitert. Der freie Rand ist auf der Dorsalseite in eine Anzahl unregelmäßige Lappen zerschnitten. Die großen Volutinkugeln fehlen nicht, doch habe ich ein Aufleuchten im polarisierten Licht nicht beobachtet. Öltropfen, dem Rand der Plasmabrücke anliegend, Volutinkörnchen im Zellsaft.

Epithemia turgida Ehrenberg.

Eine mittlere Plasmabrücke mit Zellkern habe ich niemals hervortreten sehen. Auch in fixiertem und gefärbtem Material habe ich den Kern nicht mit Sicherheit wahrnehmen können. Etwa in der Zellmitte, meist der Dorsalseite genähert, liegen gewöhnlich zwei sphaeroidische, stark lichtbrechende Körper. Ihre Zahl kann bis auf 8 ansteigen. Ich habe sie im allgemeinen Teil im Kapitel *„Pyrenoide“* genauer beschrieben. Chromatophoren: Eine Platte, die der Ventralseite anliegt, die Schalen bedeckt und etwas auf die Dorsalseite übergreift. Sie hat eine Anzahl tiefer Quereinschnitte, sodaß auf Schalen und Dorsalseite nur Lappen zu sehen sind. Einige Öltropfen und zahlreiche Volutinkörner liegen im Zellsaft, die letzteren zum Teil auch im Plasmaschlauch.

Nach Pfitzer (1871, S. 81) ist eine Plasmabrücke deutlich. Im Übrigen werden die Angaben Pfitzers (l. c. S. 83) und Otts (1901, S. 787) durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Epithemia ventricosa Ehrenberg.

Stimmt im inneren Bau sowie in der Lagerung der Reservestoffe mit *Epithemia turgida* überein.

Rhopalodia gibba (Ehrenberg) Otto Müller.

Stimmt im inneren Bau im Wesentlichen mit *Epithemia turgida* überein. Doch habe ich hier einen kleinen ellipsoidischen Zellkern im Leben und nach Haematoxylinfärbung einmal, wenn auch undeutlich, hervortreten sehen. Wenige Öltropfen liegen an der Vacuolenwand, während die zahlreichen Volutinkörnchen anscheinend nur im Plasmaschlauch angehäuft sind.

Rhopalodia gibba ist von Klebahn (1896, S. 613) eingehend untersucht worden. Nach seinen Angaben ist der Kern längsgestreckt, abgeflacht und läßt einen Nucleolus erkennen. Das Chromatophor ist nach Klebahn bandförmig. Seine Angaben über die sphaeroidischen Körper habe ich im allgemeinen Teil besprochen.

Nitzschia apiculata (Gregory.) Grunow. Tafel III, Fig. 10.

Der runde Kern liegt im Zentrum der Plasmabrücke. Chromatophoren: Zwei Platten, die einer Gürtelseite anliegen und die Schalen bedecken. Ränder glatt. Die Platten sind in der Zellmitte durch einen schmalen Spalt geschieden. Öltropfen in geringer Zahl an der Vacuolenwand, Volutinkörnchen im Zellsaft.

Nitzschia thermalis var. stagnorum Rabenhorst. Tafel III, Fig. 4, 5.

Stimmt im inneren Bau mit *Nitzschia apiculata* überein. Die Platten sind in der Mitte durch einen relativ breiten Raum getrennt, an den Enden haben sie meist eine flache Bucht. Die Mediane jeder Platte ist schwach verdickt und umschließt ein sehr flaches aber langgestrecktes Pyrenoid, das im Leben sichtbar ist. Am äußeren Ende jeder Platte sitzt regelmäßig ein Öltropfen, meistens ein solcher auch am inneren Ende. Zahlreiche Volutinkörnchen im Zellsaft und im Cytoplasma.

Nitzschia commutata Grunow Tafel II, Fig. 24; Tafel III, Fig. 14.

Stimmt im inneren Bau ebenfalls mit *Nitzschia apiculata* überein. Diese Art entstammt einer Agar-Reinkultur, die das Institut der Freundlichkeit des Herrn Professor Chodat in Genf verdankt. Die meisten Zellen der Kultur sind symmetrisch, doch kommen auch asymmetrische und solche mit unregelmässigen einseitigen Ausbuchtungen vor. Tafel II, Fig. 24. Eine Plasmabrücke tritt nicht hervor, wohl aber der runde Kern. Die Chromatophoren sind mit ihren gebogenen Rändern ein wenig auf die andere Gürtelseite umgeschlagen. Sie erreichen die Zellenden nicht; der mittlere trennende Spalt ist kreisförmig erweitert. Am äußeren Ende jeder Platte sitzt ein Öltropfen. Volutinkörnchen in geringer Zahl in den Vacuolen.

Nitzschia sigmoidea W. Smith.

Stimmt im inneren Bau im Wesentlichen mit *Nitzschia apiculata* überein. Der langgestreckte Kern ist im Zentrum der Zelle an Plasmafäden aufgehängt. Seine längere Achse fällt mit der Apicalachse zusammen. Er erreicht eine Länge von 46 μ und besitzt bis zu 10 Nucleolen. Die Platten erreichen die Zellenden und sind in der Zellmitte durch einen schmalen Spalt geschieden. Die freien, auf die gegenüberliegende Gürtelseite umgeschlagenen Ränder, sind stark und unregelmäßig gelappt. Die Chromatophoren entsenden je einen kurzen Fortsatz in jedes, als Kielpunkt bezeichnetes, Kämmerchen der Schale. Im Cytoplasma auf der Außenfläche der Chromatophoren finden sich Fäden in typischer Ausbildung wie bei den großen *Pinnularien* (siehe auch I. Teil, I. Kap.) Wenige Öltropfen an der Innenfläche der Chromatophoren. Zahlreiche Volutinkörner im Cytoplasma und im Zellsaft. Nach Pfitzer (1871, S. 96) und Lauterborn (1896, S. 25) ist ein Chromatophor vorhanden, das bisweilen in der Mitte unterbrochen ist. Im Übrigen werden die kurzen Angaben der beiden Autoren durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Nitzschia vermicularis Grunow. Tafel III, Fig. 1.

Stimmt im inneren Bau fast völlig mit *Nitzschia sigmoidea* überein. Die Zahl der Nucleolen ist geringer. Die Chromatophoren entsenden keine Fortsätze in die Kielpunkte. Öl ist in der Regel reichlich vorhanden. Volutin wie bei *Nitzschia sigmoidea*.

Nitzschia linearis W. Smith. Tafel III, Fig. 2, 3.

Im Zentrum einer mittleren Plasmabrücke liegt der ellipsoidische Kern, der einen Nucleolus erkennen läßt. Seine längere Achse fällt mit der Apicalachse zusammen, während er in der Richtung der Transapicalachse abgeplattet ist. Chromatophoren: Zwei Platten, die quer durch den Zellraum von einer Kielpunktreihe zur anderen in der Diagonale ausgespannt sind. Der mittlere, sie voneinander trennende Spalt ist kreisförmig erweitert. Ränder glatt, weder auf Schalen noch auf Gürtelseiten umgeschlagen. Die Platten erreichen die Zellenden nicht und haben am Ende meist eine seichte Bucht. Öltropfen häufig in einer Reihe der Mediane der Platten anliegend. Volutinkörnchen im Zellsaft und im Cytoplasma.

Die kurzen Angaben Pfitzers über *Nitzschia linearis* (1871, S. 96) werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Nitzschia subtilis Grunow **var. paleacea.** Tafel III, Fig. 7.

Stimmt im inneren Bau im Wesentlichen mit *Nitzschia apiculata* überein. Kern sphaeroidisch. Die Chromatophoren erreichen die Zellenden, der mittlere trennende Spalt ist sehr schmal. Die Ränder sind etwas auf die gegenüberliegende Gürtelseite umgeschlagen und durch schmale tiefe Einschnitte in Lappen zerspalten. Öltropfen an der Vacuolenwand Zahlreiche Volutinkörnchen im Plasmaschlauch.

Nitzschia Alpha. Tafel III, Fig. 6.

Stimmt im inneren Bau im Wesentlichen mit *Nitzschia thermalis* überein. Kern klein, rund. Jedes Chromatophor besitzt eine mittlere Verdickung, die ein flach halbkugeliges, im Leben deutliches Pyrenoid umschließt. Öltröpfchen liegen meist an der Innenfläche der Chromatophoren. Volutinkörnchen vorzüglich im Zellsaft.

Nitzschiella biplacata Mereschkowsky. Tafel III, Fig. 15.

Von van Heurck (1899, S. 404) als *Nitzschia longissima forma parva* Ralfs, aufgeführt. Stimmt im inneren Bau im Wesentlichen mit *Nitzschia Alpha* überein. Kern sphaeroidisch. Ein Nucleolus tritt nicht hervor. Die Chromatophoren sind sehr kurz und greifen auf die Schalen über. Sie sind in der Mitte schwach verdickt. Die Verdickung umschließt ein flaches Pyrenoid, das im Leben kaum hervortritt. Die Platten sind durch einen schmalen, im Zentrum kreisförmig erweiterten Spalt getrennt. Am äußeren Ende jeder Platte sitzt fast regelmäßig ein Öltröpfchen. Wenige Volutinkörnchen im Zellsaft.

Die kurzen Angaben Mereschkowskys über *Nitzschiella biplacata* (1901 a, S. 37) werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt. Mereschkowsky hat keine Pyrenoide beobachtet.

Nitzschiella acicularis (W. Smith.) Mereschkowsky. Tafel III, Fig. 16.

Stimmt im inneren Bau sowie in der Verteilung der Reservestoffe fast genau mit *Nitzschiella biplacata* überein. Die Platten sind ein wenig mehr in die Länge entwickelt.

Nach Mereschkowsky (1901 a, S. 38) sind die Platten sehr klein und abgerundet. Pyrenoide hat er auch hier nicht beobachtet.

Hantzschia amphioxys (Ehrenberg.) Grunow. Tafel III, Fig. 11, 12.

Es sind drei Plasmaanhäufungen vorhanden, die von den Vacuolen tief ausgehöhlt werden. Die mittlere umschließt den ellipsoidischen Kern, der im Leben deutlich einen Nucleolus und gleich-

mäßig verteilte Chromatinkörner erkennen läßt. Das Cytoplasma ist sehr scharf gegen die Vacuolen durch stärkere Lichtbrechung abgegrenzt. Zwei Chromatophoren, eines in jeder Zellhälfte. Jedes Chromatophor besteht aus zwei den Gürtelseiten anliegenden Platten, die in der Mitte durch ein zylindrisches, quer durch den Zellraum verlaufendes Stück verbunden sind. In der Zellmitte sind die Platten durch einen im Zentrum kreisförmig erweiterten Spalt geschieden. Die Plattenränder sind gerade und nicht auf die Schalen umgeschlagen. In dem Verbindungsstück je zweier Platten liegt ein zylindrisches Pyrenoid, dessen Form im Leben nicht deutlich hervortritt, wohl aber in fixierten und gefärbten Präparaten. Die Öltropfen wie die zahlreichen Volutinkörner finden sich sowohl im Zellsaft als auch im Cytoplasma

Die kurzen Angaben Mereschkowskys (1901 a, S. 36) über *Hantzschia amphioxys* werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Hantzschia Heufleriana (Grunow.) Tafel III, Fig. 17.

Ich bezeichne diese zu den *Nitzschiae lanceolatae* gehörige Form als *Hantzschia*, weil sie im inneren Bau nahezu mit *Hantzschia amphioxys* übereinstimmt. Die Plasmabrücke ist relativ schmal und wird durch die Vacuolen kaum ausgehöhlt. Kern rund. Das pyrenoidhaltige Verbindungsstück der beiden Platten ist mitunter von einer relativ dicken Schicht von stark glänzendem Cytoplasma umgeben. Wenige Öltropfen an den Vacuolenwänden. Zahlreiche Volutinkörnchen im Zellsaft und im Cytoplasma.

Surirella splendida Kützing.

Die Mitten beider Schalen sind durch einen breiten Strang von Cytoplasma verbunden, der die Gürtelseiten nicht berührt, aber nach ihnen einige dünne Stränge entsendet. Er sitzt den Schalen nicht in seiner ganzen Breite auf, sondern teilt sich an der Basis in dünnere Stränge. In der Mitte des Hauptstranges liegt der große nierenförmige Kern, der in der Regel vier Nucleolen besitzt. Der Kern kehrt seine konvexe Seite dem breiten Zellende zu und ist in der Richtung der Schalen zusammengedrückt. Im Leben tritt er nicht sehr deutlich hervor. Vor Beginn der Kernteilung tritt außerhalb der Kernbucht im Leben ein deutliches Centrosom hervor, das im Zentrum einer intensiven Plasmastrahlung liegt. Im Plasmaschlauch findet sich ein unregelmäßiges Netz feiner Fäden, die schlängelnde Bewegungen ausführen. Ein Chromatophor, das in zwei plattenförmige Hauptteile zerfällt, deren jeder einer Schale anliegt und weit auf die Gürtelseite übergreift. Doch berühren diese Platten nur an den Zellenden die Schalen, während sie nach der Mitte zu zeltartig ins Lumen der Zelle vorgewölbt sind und hier durch die Plasmastränge gehalten werden. Die beiden Platten sind durch ein schmales, um seine Längsachse tordiertes Band von Chromatophorensubstanz verbunden, das in der Regel an demjenigen Rand des mittleren Plasmastranges verläuft, der dem schmalen Zellende zugekehrt ist. Bisweilen geht es frei durch den Zellraum. Das Chromatophor entsendet je einen kurzen Fortsatz in die Querkanäle der Flügel. Die freien, auf die Gürtelseiten umgeschlagenen Ränder sind durch schmale tiefe Einschnitte in Lappen zerteilt. Die gegenüberliegenden Lappen schließen ziemlich dicht aneinander und berühren sich beinahe, sodaß nur ein schmaler gewundener Streifen der Gürtelseite unbedeckt bleibt. Jeder Lappen enthält ein oder mehrere flache eckige Pyrenoide mit annähernd geraden Kanten, die gewöhnlich die Gestalt eines Rhombus haben. Sie treten im Leben nicht hervor, wohl aber in fixierten Präparaten nach Safranin- oder Eosinfärbung. Öltropfen liegen meist auf der Außenseite der Chromatophoren, seltener in den Plasmasträngen. Zahlreiche Volutinkugeln sind teils auf der jeweils unten liegenden Seite der Zelle angehäuft, teils befinden sie sich in lebhafter Wanderung an der Vacuolenwand entlang, wobei ein bestimmtes Ziel der Bewegung nicht zu erkennen ist.

Durch die vorstehende Beschreibung werden die kurzen Angaben Pfitzers (1871, S. 112) und Lauterborns (1896, S. 19, 20, 22, 32) über *Surirella splendida* bestätigt.

Surirella biseriata Brébisson. Tafel II, Fig. 22.

Stimmt im inneren Bau im Wesentlichen mit *Surirella splendida* überein. Die beiden Hauptteile des Chromatophors entfernen sich nicht so sehr von den Schalen wie bei der genannten Art. Das sie verbindende Querband verläuft nahe dem Zellende, dem die konvexe Seite des Kernes zugekehrt ist. Die Einschnitte in den Rändern erstrecken sich bis auf die Schalenseiten und sind oft gewunden und verzweigt. Nur eine mittlere Zone jeder Platte bleibt unzerteilt. Die zahlreichen Pyrenoide sind über die ganze Fläche des Chromatophors verteilt. Sie haben die gleiche Form wie bei *S. splendida* und sind im Leben nicht sichtbar. Reservestoffe wie bei *S. splendida*. Die kurzen Angaben Pfitzers (1871, S. 112) und Lauterborns (1896, S. 19, 20, 22) über *Surirella biseriata* werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Surirella tenera Gregory. Tafel III, Fig. 20, 21.

Stimmt im inneren Bau ebenfalls im Wesentlichen mit *Surirella splendida* überein. Der mittlere Plasmastrang sitzt den Schalen in ganzer Breite auf. Der Kern tritt im Leben nicht hervor. Er hat zwei Nucleolen. Die plattenförmigen Hauptteile des Chromatophors liegen den Schalen fest an. Jede Platte hat zwei breite tiefe Buchten mit glatten Rändern, die am Grunde abgerundet sind und von beiden Gürtelseiten aus schräg gegen einander hin verlaufen. Die auf die Gürtelseite umgeschlagenen Plattenränder sind durch zahlreiche Einschnitte in Lappen gespalten, deren jeder mehrere kleine runde Pyrenoide enthält, die im Leben nicht hervortreten. Reservestoffe wie bei *Surirella splendida*.

Cymatopleura solea (Brébisson.) W. Smith. Tafel I, Fig. 39, 40.

Die mittlere Plasmabrücke wird durch die Vacuolen tief ausgehöhlt. In ihrem Zentrum liegt der runde Kern, der im Leben sehr gleichmäßig und fein gekörnt erscheint. Ein Nucleolus. Kleinere Plasmaanhäufungen an den Zellenden. Ein Chromatophor, das wie bei *Surirella* aus zwei den Schalen anliegenden Platten besteht, die durch ein schmales Band an einem Zellende verbunden sind. Die Platten machen die wellige Biegung der Schalen mit. Ihre Ränder sind auf die Gürtelseiten umgeschlagen und in zahlreiche Läppchen zerspalten. Öltröpfchen liegen den Vacuolenwänden an. Zahlreiche Volutinkörnchen im Plasmaschlauch auf der Außenseite des Chromatophors.

Die kurzen Angaben Pfitzers (1871, S. 117) und Otts (1901, S. 790) werden durch die vorstehende Beschreibung im Wesentlichen bestätigt.

Cymatopleura elliptica W. Smith **var. hibernica** v. Heurck.

Stimmt im inneren Bau im Wesentlichen mit *Cymatopleura solea* überein. Die Mitten der Schalen sind durch einen Plasmastrang verbunden, der nur $^1/_4$ der Schalenbreite einnimmt. In der Mitte des Stranges liegt der ellipsoidische Kern, der im Leben kaum hervortritt. Das Verbindungsband des Chromatophors verläuft hier etwa $^1/_3$ der Zelllänge vom Ende entfernt an einer Gürtelseite. Die plattenförmigen Hauptteile sind durch tiefe Einschnitte vom Rande her in unregelmäßige schmale Lappen zerspalten, die nur in der Schalenmitte zusammenhängen und mit ihren Enden ein wenig auf die Gürtelseiten übergreifen. Reservestoffe wie bei *C. solea* verteilt.

Die kurzen Angaben Pfitzers (1871, S. 117) und Otts (1901, S. 790) über *Cymatopleura elliptica* werden durch die vorstehende Beschreibung bestätigt.

Literatur-Verzeichnis.

Askenasy, E. Beiträge zur Kenntnis des Chlorophylls und begleitender Farbstoffe. Bot. Zeit. Bd. 25. 1867. S. 236.

Benecke, W. Über farblose Diatomeen der Kieler Föhrde. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 35. 1900. S. 535.

Bütschli, O. Über die sogenannten Zentralkörper der Zelle und ihre Bedeutung. Verh. d. Naturhist. med. Ver. Heidelberg. N. F. Bd. 4 1891a. S. 535.

— Mitteilungen über die Bewegung der Diatomeen. Verh. d. Nat. med. Ver. Heidelberg. N. F. Bd. 4. 1891b. S. 580.

Chmielewsky, M. Über Bau und Vermehrung der Pyrenoide bei eilinigen Algen. 1896. (Russisch.) Ref. im Bot. Zentralbl. Bd. 69. 1897. S. 277.

— Die Pyrenoide. Bot. Zentralbl. Bd. 78. 1899. S. 108.

— Zur Morphologie und Physiologie der Pyrenoide. Arb. d. Warsch. nat. Ges. Warschau 1902. Ref. im Bot. Zentralbl. Bd. 90. 1902. II. S. 377.

— Materiaux pour servir à la morphologie et physiologie des algues vertes. Warschau 1904. (Russisch.)

Dippel, L. Diatomeen der Rhein-Mainebene. Braunschweig 1904.

Engelmann, F. W. Bewegung der Oscillarien und Diatomeen. Bot. Zeit. Bd. 37. 1879. S. 49.

— Über experimentelle Erzeugung zweckmäßiger Änderung der pflanzlichen Chromophylle durch farb. Licht. Arch. f. Anat. u. Phys. Physiol. Abt. Anhang. 1902.

— Über die Vererbung künstlich erzeugter Farbenänderungen bei lebenden Oscillarien. Verh. d. physiol. Ges. Berlin. 1902—1903. Nr. 2. Ref. in Justs Jahresber. Bd. 30. Abt. II. 1902. S. 632.

Ernst, A. Zur Kenntnis des Zellinhaltes von Derbesia. Flora. Bd. 93. 1904. S. 514.

Floegel, J. H. Optische Erscheinungen an Diatomeen. Bot. Zeit. Bd. 27. 1869. S. 713.

— Die Struktur der Diatomeenschale. Bot. Zeit. Bd. 42. 1872.

— Researches on the structure of the Cell-walls of the Diatoms. Journ. of the Roy. Micr. Soc. London. Ser. II. Vol. IV. 1883.

Fricke. Verzeichnis der in Schmidts Atlas abgebildeten Formen. Leipzig 1902.

Gaidukow. Über den Einfluß farbigen Lichtes auf die Färbung lebender Oscillarien. Abh. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. Berlin. 1902.

Weitere Untersuchungen über den Einfluß farbigen Lichtes auf die Färbung lebender Oscillarien. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 21. 1903a. S. 484.

— Die Farbenänderungen bei den Prozessen der komplementären chromatischen Adaption. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 21. 1903b. S. 517.

— Die komplementäre chromatische Adaption bei Porphyra und Phormidium. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 24. 1906. S. 1.

Hallier, E. Untersuchungen über Diatomeen. Gera-Untermhaus 1880.

Hauptfleisch, P. Die Auxosporenbildung von Brebissonia Boeckii. Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. Mitt. d. nat. Ver. f. Neuvorpommern u. Rügen. Bd. 27. 1895. S. 66.

van Heurck, H. Traité des Diatomées. Anvers 1899.
Hieronymus. Über Dicranochaete reniformis, eine neue Protococcacee des Süßwassers. Cohns Beitr. z. Physiol d. Pflanzen. Bd. 5. 1892. S. 351.
Hoffmann, W. Beiträge zur Diatomeenflora von Marburg. Forsch. a. d. bot. Inst. Marburg. I. 1885. S. 129.
Karsten, G. Untersuchungen über Diatomeen I. Flora. Bd. 82. 1896. S. 286.
— Untersuchungen über Diatomeen II. Flora. Bd. 83. 1897 a. S. 33.
— Untersuchungen über Diatomeen III. Flora. Bd. 83. 1897 b. S. 203.
— Die Diatomeen der Kieler Bucht. Wissenschaftl. Meeresunters., herausgeg. v. d. Kommission in Kiel. N. F. Bd. 4. 1899. S 23.
— Die Auxosporenbildung von Cocconeis, Surirella und Cymatopleura. Flora. Bd. 87. 1900. S. 253.
Die Auxosporenbildung der Diatomeen. Biol. Zentralbl. Bd. 20. 1900 a. S. 257.
— Über farblose Diatomeen. Flora. Bd. 89. 1901. S. 403.
— Die Microsporen der Planktondiatomeen und ihre Entwicklung bei Corethron Valdiviae. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 22. 1904. S. 544.
— Das Phytoplankton des antarktischen Meeres nach dem Material der deutschen Tiefsee-Expedition 1898—99. Wissensch. Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer „Valdivia“ 1898—99. II Bd. II Teil. 1. Lieferung. Jena 1905.
Klebahn, H. Studien über Zygoten I. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 22. 1891. S. 415.
— Studien über Zygoten II. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 24. 1892. S. 244.
— Beiträge zur Kenntnis der Auxosporenbildung. I. Rhopalodia gibba. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 29. 1896. S. 595.
Klebs, G. Über die Bildung der Fortpflanzungszellen bei Hydrodictyon utriculatum. Bot. Zeit. Bd 49. 1891. S. 789.
— Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896.
Kohl, F. G. Untersuchungen über das Carotin und seine physiologische Bedeutung in der Pflanze. Leipzig 1902.
— Die Farbstoffe der Diatomeenchromatophoren. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 24. 1906. S. 124.
Kützing, T. Die kieselschaligen Bacillarien. Nordhausen 1865.
Lauterborn, R. Über Bau und Kernteilung der Diatomeen. Verh. d. naturhist. med. Ver. Heidelberg. N. F. Bd 5. 1893 H. 2.
— Zur Frage nach der Ortsbewegung der Diatomeen. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 12. 1894. S. 73.
— Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen. Leipzig 1896.
— Über das Vorkommen der Diatomeengattungen Athea und Rhizosolenia in den Altwassern des Oberrheins. Ber. d. d bot. Ges. Bd. 14. 1896 a S 12.
Lüders, J. Beobachtungen über die Organisation, Teilung und Kopulation der Diatomeen. Bot. Zeit. Bd. 20. 1862. S. 41.
Mereschkowsky, C. Beobachtungen über die Bewegung der Diatomaceen und ihre Ursache. Bot. Zeit. Bd. 38. 1880. S. 529.
— Études sur l'endochrome des Diatomees. Mémoires de l'acad. Imp. St. Petersbourg. Ser. 8. Vol. XI. 1901 a. S. 149.
— On Okedenia. Ann. and magaz. of nat. hist. Ser. 7. Vol. VIII. London 1901 b. S. 415.
— On Stauronella. Ann. and magaz. of nat. hist. Ser. 7. Vol. VIII. 1901 c. S. 424.
— On Sellaphora. Ann. and magaz. of nat. hist. Ser. 7. Vol. IX. 1902 a. S. 185.
— Sur un nouveau genre de Diatomée. Note préliminaire. La Nouova Notarisia. Ser. XIII. 1902 b. S. 177. Ref. Bot. Zentralbl. Bd. 92. 1903. S. 437.
— Les types de l'endochrome. Scripta botan. hort. Petropolit. Fasc. XXI. 1902/03. S. 107.
— Nouvelles recherches sur la structure et la division des Diatomées. Bull. d. l. Soc. des Nat. à Moscou. 1903 a. S. 149.

Mereschkowsky, C. Farblose Pyrenoide und gefärbte Elaeoplasten. Flora. Bd. 92. 1903 b. S. 77.
— Zur Morphologie der Diatomeen. Kasan 1903 c. (Russisch.)
— Über Placoneis, ein neues Diatomeengenus. Beitr. z. bot. Zentralbl. Bd. 15. 1903 d. S. 1.
— Die Gesetze des Endochroms. Kasan 1906. (Russisch.)
Meyer, Arthur. Das Chlorophyllkorn. Leipzig 1883 a.
— Über Kristalloide der Trophoplasten und über die Chromoplasten der Angiospermen. Bot. Zeit. Bd. 41. 1883 b. S. 489.
— Untersuchungen über die Stärkekörner. Jena 1895.
— Erstes mikroskopisches Praktikum. Jena 1898.
— Praktikum der botanischen Bakterienkunde. Jena 1903 a.
— Naphtolblau als Reagens auf Bakterienfett. Bakt. Zentralbl. I. Abt. Bd. 34. 1903.
— Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins. Bot. Zeit. Bd 62. 1904 S. 113.
Mitrophanow P. Beobachtungen über Diatomeen. Flora. Bd. 85. 1898. S. 293.
Molisch, H. Über eine blaue Diatomee. Ber. d. d. bot. Ges Bd. 21. 1903. S. 23.
— Über den braunen Farbstoff der Phaeophyceen und Diatomeen. Bot. Zeit Bd. 63. 1905. S. 131.
Müller, Otto. Die Chromatophoren mariner Bacillariaceen aus den Gattungen Pleurosigma und Nitzschia. Ber. d. d. bot. Ges. Bd 1. 1883.
— Bemerkungen zu dem Aufsatze Flögels, Researches on the structure of Cell-walls of Diatoms. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 2. 1884. S. 487.
— Die Zwischenbänder und Septen der Bacillariaceen. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 4. 1886. S. 306.
— Durchbrechungen der Zellwand und ihre Beziehungen zur Ortsbewegung der Diatomeen. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 7. 1889 S. 169.
— Die Ortsbewegung der Bacillariaceen betreffend. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 11 1893. S. 571.
— Die Ortsbewegung der Bacillariaceen II. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 12. 1894. S. 136.
— Rhopalodia, ein neues Genus der Bacillariaceen. Engl. Bot. Jahrb. Bd. 22. 1895. S. 54
— Über Achsen, Orientierungs- und Symmetrieebenen bei den Bacillariaceen. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 13. 1895. S. 222.
— Die Ortsbewegung der Bacillariaceen III. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 14. 1896 a. S. 94.
— Die Ortsbewegung der Bacillariaceen IV. Ber. d. d. bot. Ges Bd. 14. 1896 b. S. 111.
— Die Ortsbewegung der Bacillariaceen V. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 15. 1897. S. 70.
— Bemerkungen zum Modell einer Pinnularia. Ber. d. d. bot Ges. Bd. 16 1898 a. S. 294.
— Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen Ber. d. d. bot. Ges. Bd 16. 1898 b. S. 386.
— Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen. Ber. d d. bot. Ges. Bd. 17. 1899. S. 423.
— Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen III. Ber. d. d. bot Ges. Bd. 18. 1900.
Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen IV. Ber. d d. bot. Ges. Bd. 19. 1901. S. 195.
Oltmanns, F. Morphologie und Biologie der Algen. Jena Bd I. 1904. Bd. II. 1905.
Ott, Emma. Untersuchungen über den Chromatophorenbau der Süßwasser-Diatomaceen. Sitz.-Ber d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. Bd. 109. Abt. I. 1901.
Pfitzer, E. Bau und Entwicklung der Bacillariaceen. Harsteins bot. Abh. Bonn 1871. H 2.
— Die Bacillariaceen. Schenks Handbuch der Botanik. Breslau 1882. Bd. II. S. 410.
— Ein Härtung und Färbung vereinigendes Verfahren für die Untersuchung des plasmatischen Zellleibs. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 1. 1883. S. 44.
Rabenhorst, L. Die Süßwasser-Diatomaceen. Leipzig 1853.
Richter, O. Reinkulturen von Diatomeen. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 21. 1903. S. 493.
— Zur Physiologie der Diatomeen. 1. Mitteilung. Sitz.-Ber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Math. nat. Kl. Bd. 115. Abt. I. 1906. S. 1.

Schimper, A. F. W. Untersuchungen über die Chlorphyllkörper und die ihnen homologen Gebilde. Jahrb f. wiss. Bot. Bd. 16. 1885. S. 1.
Schmidt. Über die Mittellinie, besonders der Naviculaceen. Bot. Zeit. Bd. 30. 1872. S. 742.
Schmidt, A. Atlas der Diatomaceenkunde. Ser. I—V. Leipzig 1875—1902.
Schmitz, F. Die Auxosporen von Cocconema Cistula. Bot. Zeit. Bd. 30. 1872. S. 217.
— Die Auxosporenbildung der Diatomeen. Bot. Zeit. Bd. 36. 1878. S. 584.
— Die Chromatophoren der Algen. Verh. d. naturhist. Ver. d. Preuß., Rheinl. u. Westf. Bd. 40. 1883. Bonn 1882. S. 1.
— Beiträge zur Kenntnis der Chromatophoren. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 15. 1884. S. 1.
Schoenfeldt, H. von. Diatomaceae Germaniae. Leipzig 1907.
Schroeder, B. Untersuchungen über die Gallertbildungen der Algen. Biol. Zentralbl. 1897. S. 365
– Untersuchungen über die Gallertbildungen der Algen. Verh. d. nat. med. Ver. Heidelberg. N. F. Bd. 7. 1902.
Schultze, M. Die Struktur der Diatomeenschale. Bot Zeit. Bd. 21. 1863. S. 420.
Schütt, F. Die Auxosporenbildung von Rhizosolenia alata. Ber. d. d. bot Ges. Bd. 4. 1886. S. 8.
— Die Diatomeengattung Chaetoceras. Bot. Zeit. Bd. 46. 1888. S. 141.
— Die Auxosporenbildung bei der Gattung Chaetoceras Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 7. 1886. S. 361.
— Wechselbeziehungen zwischen Morphologie, Biologie, Entwicklungsgeschichte und Systematik der Diatomeen. Ber. d d. bot. Ges. Bd. 11. 1893 S. 563.
— Arten von Chaetoceras und Peragallia Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 13. 1895.
— Bacillariales. Engler und Prantl. Die natürlichen Pflanzenfamilien. I. Teil. 1. Abt. b. Leipzig 1896.
— Ein neues Mittel zur Koloniebildung bei Diatomeen. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 17. 1899. S. 215.
— Zentrifugales Dickenwachstum und extramembranöses Plasma. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 33. 1899. S. 594.
— Zur Porenfrage der Diatomeen. Ber. d. d. bot Ges. Bd. 18. 1900 a. S. 202.
— Die Erklärung des zentrifugalen Dickenwachstums der Membran. Bot. Zeit. Bd. 58. 1900 b. S. 248
Straßburger, E. Über Cytoplasmastrukturen, Kern- und Zellteilung. Jahrb f. wiss. Bot. Bd. 30. 1897. S. 375.
— Das große botanische Praktikum. Jena 1902.
Tammes, T. Über die Verbreitung des Carotins im Pflanzenreiche. Flora 1900. Bd. 87. S. 205.
Timberlake, H. G. The nature and function of the pyrenoid. Science N. S. Vol. XVII. 1903. Ref. Bot. Zentralbl. Bd. 95. 1904 S. 250.
Toni, B de. Sylloge Algarum. Padua. 1891. 3 Bde.
Voigt, M. Über eine Gallerthaut bei Asterionella gracillima Heib. und Tabellaria fenestrata Kütz. var. asterionelloides Grun. und ihre Beziehung zu der Gallerte der Foraminiferen, Heliozoen und Radiolarien. Biol. Zentralbl. Bd. 21. 1901. S. 36.
Zacharias, O. Über die wechselnde Quantität des Planktons im großen Plöner See. Biol. Zentralbl. Bd 16. 1894. S. 651.

Inhalts-Verzeichnis.

Einleitung . . . . . Seite 1

I. Teil. Die Diatomeenzelle.

I. Der Protoplast.

a) Protoplasmatische Organe.

I. Kap. Das Cytoplasma . . . . . „ 3
II. Kap. Der Zellkern . . . . . „ 6
III. Kap. Das Centrosoma . . . . . „ 8
IV. Kap Die Chromatophoren . . . . . „ 10
Anhang. Allgemeines über den Protoplasten . . . . . „ 15

II. Die ergastischen Gebilde.

a) Einschlüsse des Protoplasten.

V. Kap. Die Doppelplatten . . . . . „ 16
VI. Kap. Die Zellsaftvacuolen . . . . . „ 17
VII. Kap. Das Volutin . . . . . „ 18
VIII. Kap. Die Öltropfen . . . . . „ 21
IX. Kap. Die Pyrenoide . . . . . „ 23

b) Ausscheidungen des Protoplasten.

X. Kap. Die Zellmembran . . . . . „ 28
XI. Kap. Die Gallertbildungen . . . . . „ 32

III. Die Bewegung . . . . . „ 36

II. Teil. Charakteristik der bis jetzt auf ihren inneren Bau untersuchten Gattungen nach dem Bau der Protoplasten, speziell nach den Chromatophoren . . . . . „ 40

Verzeichnis der untersuchten Gattungen . . . . . „ 61
Verzeichnis der noch zu untersuchenden Gattungen . . . . . „ 62

III. Teil. Beschreibung des Baues der Protoplasten einer Reihe von Spezies aus 30 Diatomeengattungen des Süsswassers . . . . . „ 63

Literaturverzeichnis . . . . . „ 82

Lebenslauf.

Geboren wurde ich, Otto Heinzerling, evangelischer Konfession, Preuße, am 15. November 1882 zu Biedenkopf als Sohn des Kaufmanns Karl Heinzerling. Meine Schulbildung genoß ich in der Volksschule zu Biedenkopf (1888—1892), dem Realprogymnasium daselbst (1892—1898) und dem Realgymnasium zu Gießen (1898—1901) Ich verließ dieses mit dem Zeugnis der Reife und studierte von Ostern 1901 bis Herbst 1902 zunächst Chemie, dann Mathematik und Naturwissenschaften an der technischen Hochschule zu Darmstadt. Sodann wandte ich mich ganz dem Studium der Naturwissenschaften zu und studierte von Herbst 1902 bis Herbst 1903 zu Berlin, darauf zu Marburg. Von Herbst 1904 bis Frühjahr 1907 war ich im hiesigen botanischen Institut mit Abfassung der vorliegenden Arbeit beschäftigt Am 8. Mai 1907 bestand ich das Examen rigorosum. Seitdem halte ich mich mit der Vorbereitung auf die Prüfung für das höhere Lehramt beschäftigt in meiner Heimat auf.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten:

In Darmstadt: Graeffe, Gundelfinger, Harnack, Kolb, Lepsius, Scheffers, Schenk, Schering, Staedel, Zeissig.

In Berlin: Döring, van t'Hoff, Landolt, Marckwald, J. Munk, Pringsheim, Rawitz, Schwendener, Wahnschaffe.

In Marburg: Bauer, Cohen, Diels, Feußner, Kayser, Kohl, Korschelt, Küttner, Arthur Meyer, Natorp, Richarz, R. Schenck, Zinke.